



LATVIJAS

LEK

ENERGOSTANDARTS

038

Otrais izdevums
2021

ELEKTROIETAIŠU TERMOGRĀFISKO PĀRBAUŽU NORMAS UN APJOMI

© AS "Latvenergo" teksts, 2021

© LEEA Standartizācijas centra "Latvijas Elektrotehnikas komiteja" noformējums,
makets, 2021

Šī energostandarta un tā daļu pavairošana un izplatīšana jebkurā formā vai jebkādiem
līdzekļiem bez Standartizācijas centra "Latvijas Elektrotehnikas komiteja" un
AS "Latvenergo" rakstiskas atļaujas ir aizliegta.

Latvijas Elektrotehnikas komiteja
Šmerļa iela 1, Rīgā, LV-1006
www.lekenergo.lv

Reģistrācijas Nr.225
Datums: 30.12.2021.
LEK 038
LATVIJAS ENERGOSTANDARTS

Anotācija

Energostandarts nosaka pamatprincipus termogrāfiskās pārbaudes plānošanai un veikšanai, pārbaužu normas un apjomus, novērtējot elektroietaišu tehnisko stāvokli. Šīs metodes būtiskākā priekšrocība ir iespēja veikt elektroietaisies tehniskā stāvokļa pārbaudi, pārbaudāmo elektroietaisi neatslēdzot no sprieguma.

Energostandarts izstrādāts pielāgojot prasības Latvijas elektrosistēmā lietoto elektroietaišu īpatnībām un ņemot vērā pieredzi veicot termogrāfiskās pārbaudes.

Energostandartā nav noteiktas prasības termogrāfisko pārbaužu apjomiem un periodiskumiem, veicot ēku iekšējās elektroinstalācijas termogrāfiskās pārbaudes.

Energostandarts apstiprināts Latvijas Elektrotehnikas komitejā.

Satura rādītājs

1. Vispārīgie nosacījumi.....	5
1.1. Normatīvās atsauces	5
1.2. Energostandartā lietotie saīsinājumi.....	5
1.3. Termins	5
2. Vispārējās prasības.....	6
3. Elektroietaišu termiskā stāvokļa novērtēšana.....	7
4. Termiskā attēla attēloto temperatūru ietekmējošie vides faktori.....	11
4.1. Atstarojumi	11
4.2. Saules starojums.....	12
4.3. Virpuļstrāvu izraisītā induktīvā silšana	12
4.4. Darba strāva	12
4.5. Konstakstavienojuma paaugstināta pārejas pretestība.....	12
4.6. Lietus un sniegs.....	12
4.7. Vējš.....	13
5. Termiskā attēla attēloto temperatūru ietekmējošie termovizora lietošanas faktori.....	13
5.1. Emisijas koeficients $[\epsilon]$	13
5.2. Atstarotā temperatūra.....	15
6. Termogrāfisko pārbažu periodiskums.....	16
7. Elektroietaišu termogrāfisko pārbažu normas un apjoms.....	17
7.1. Ģeneratori.....	17
7.1.1. Statora tērauda stāvokļa termogrāfiskās pārbaudes.....	17
7.1.2. Ģeneratoru ierosmes sistēma	17
7.2. Maiņstrāvas un līdzstrāvas elektrodzinēji.....	17
7.3. Transformatori ar 110 kV un augstāku spriegumu.....	18
7.4. Transformatori ar spriegumu līdz 20 kV	18
7.5. Elpildītie strāvmaiņi.....	19
7.6. Spriegummaiņi	19
7.7. Elegāzes mērmaiņi.....	19
7.8. Jaudas slēdži.....	19
7.9. Atdalītāji.....	20
7.10. Ekranētie strāvvadi.....	21
7.10.1. Elektroiekārtu un strāvas vadošu daļu kontakti un kontaktsavienojumi.....	21
7.10.2. Īsslēgtu kontūru atklāšana ekranētos strāvvados.....	21
7.11. Kopnes.....	21

7.11.1. Kontaktsavienojumi	21
7.11.2. Kopņu tiltu izolatori.....	21
7.12. Sausie un eļļas pildītie strāvu ierobežojošie reaktori.....	21
7.13. Kondensatori.....	21
7.13.1. Kontaktsavienojumi	21
7.13.2. Spēka kondensatoru bateriju elementi.....	22
7.13.3. Spēka kondensatoru bateriju stāvokļa novērtējums.....	22
7.13.4. Sakaru kondensatoru elementi, jaudas slēdžu kondensatori un atdalošie kondensatori.....	22
7.14. Ventilizlādņi un pārsprieguma ierobežotāji.....	22
7.14.1. Ventilizlādņu elementi.....	22
7.14.2. Pārsprieguma ierobežotāji.....	22
7.15. Caurvadi.....	22
7.15.1. Caurvada iekšējo elementu tehniskā stāvokļa noteikšana.....	22
7.15.2. Caurvadu izvadi.....	23
7.16. Drošinātāji.....	23
7.16.1. Kontaktsavienojumi	23
7.16.2. Kūstošā ieliktna stāvokļa noteikšana.....	23
7.17. Augstfrekvences ierobežotāji.....	23
7.18. Zemsprieguma elektroiekārtas, mērmaiņu sekundārās ķēdes un spēka kabeļi un uznavas līdz 1 kV	23
7.18.1. Kontakti un kontaktsavienojumi	23
7.18.2. Kabeļu ar spriegumu līdz 1 kV tehniskā stāvokļa noteikšana	23
7.19. Saules paneļu ietaises.....	23
7.20. Kabeļu elektrolīnijas ar spriegumu virs 1 kV.....	24
1. pielikums.....	25

1. Vispārīgie nosacījumi

1.1. Normatīvās atsauces

Energostandarts izstrādāts, ievērojot Latvijas Republikas normatīvos aktus, Latvijas standartus, starptautiskos standartus, *Latvenego* koncerna, AS "Augstsprieguma tīkls" un citu energouzņēmumu ekspluatācijas pieredzi.

Valsts normatīvo aktu prasības izpildāmas neatkarīgi no tā, vai energostandartā ir dota atsauce uz normatīvo aktu, vai tā nav dota.

Nedatētām norādēm piemērojams norādes dokumenta pēdējais izdevums (ieskaitot visus labojumus).

Energostandarta izstrādē izmantoti un sniegtas atsauces uz šādiem normatīvajiem aktiem:

Latvijas standarti

LVS EN 60085 *"Elektroizolācija. Termiskās ilgizturības izvērtēšana un apzīmēšana"*.

Starptautiskie standarti un normatīvi

IEC TR 60943 *"Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals"*.

Latvijas energostandarti

LEK 002 *"Energoietaišu tehniskā ekspluatācija"*.

1.2. Energostandartā lietotie saīsinājumi

ĀSI – āra sadalietaise;

GL – gaisvadu elektrolīnija;

ISI – iekštelpu sadalietaise;

KL – kabeļu elektrolīnija.

1.3. Termins

1.3.1. atstarotā temperatūra

mērāmā objekta infrasarkanais atstarojums no apkārtējās vides.

1.3.2. defekta pakāpes koeficients

strāvu vadošo daļu (kopnes, vadi) termiskā stāvokļa novērtēšanas kritērijs, kas izteikts kā pārbaudāmās daļas virstemperatūras un analogas daļas, kas atrodas 1 m attālumā no pārbaudāmās daļas, virstemperatūru attiecība.

1.3.3. emisijas koeficients

virsmas izstarotās siltumenerģijas attiecība pret absolūti melna ķermeņa izstaroto siltumenerģiju pie vienādām virsmu temperatūrām.

1.3.4. kontakts

komutācijas aparāta strāvu vadoša daļa, kura komutācijas aparāta darbības rezultātā atslēdz vai saslēdz elektrisko ķēdi vai saglabā ķēdes nepārtrauktību.

1.3.5. kontaktsavienojums

strāvu vadošs (bultskrūvju, metināts, presēts, slidoša kontakta) savienojums, kurš nodrošina strāvu vadošas ķēdes nepārtrauktību.

1.3.6. pārkaršanas temperatūra

pārbaudāmās daļas un analogas daļas citās fāzēs temperatūras starpība, ja šīs daļas atrodas vienādos ekspluatācijas apstākļos.

1.3.7. pirometrs

bezkontakta ierīce virsmas temperatūras mērīšanai. Darbības princips ir balstīts uz objekta infrasarkanā starojuma enerģijas mērīšanu.

1.3.8. termiskais attēls

attēls, kurā katram elementam tiek piesaistīta krāsa vai vienas krāsas gradācija, kas ir atbilstoša nosacītajai temperatūras skalai.

1.3.9. termovizors

ierīce virsmas temperatūras sadalījuma noteikšanai un attēlošanai, mērot virsmas izstaroto infrasarkanā starojuma enerģiju un attēlojot nomērīto vērtību vienā krāsā vai vienas krāsas gradācijās atbilstoši nosacītajai temperatūras skalai.

1.3.10. virstemperatūra

uzsīlušās vietas un apkārtējās vides temperatūras starpība.

2. Vispārējās prasības

2.1. Energostandartā noteikti pamatprincipi termogrāfiskās pārbaudes plānošanai un veikšanai un prasības elektroietaišu termogrāfisko pārbaudžu normām un apjomiem. Komeršsabiedrība var noteikt citas elektroietaišu termogrāfisko pārbaudžu normas un apjomus. Ja komeršsabiedrībā nav noteikts citas elektroietaišu termogrāfisko pārbaudžu normas un apjomi, jāievēro šajā energostandartā noteiktais un/vai elektroietaisies ražotāja noteiktās normas un apjomi.

2.2. Elektroietaišu termogrāfiskās pārbaudes ieteicams veikt visai elektroietasei vai elektroiekārtai kopumā pie iespējamās maksimālās slodzes. Slēgtās sadalietaisēs pārbaudes veic, ja to pieļauj to konstruktīvais izpildījums.

2.3. Veicot elektroietaišu termogrāfiskās pārbaudes, ieteicams izmantot termovizorus ar šādiem parametriem:

2.3.1. elektromagnētiskā spektra diapazons no 7 μm līdz 14 μm ;

- 2.3.2.** temperatūru mērīšanas diapazons no $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ līdz $500\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2.3.3.** termiskā jūtība ne mazāka par $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (pie temperatūras $25\text{ }^{\circ}\text{C} - 30\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- 2.3.4.** elektroietaisēm ar $110\text{ kV} - 330\text{ kV}$ spriegumu telpiskā izšķirtspēja ne lielāka par $1,5\text{ mrad}$;
- 2.3.5.** elektroietaisēm ar spriegumu līdz 20 kV telpiskā izšķirtspēja ne lielāka par $2,0\text{ mrad}$.

2.4. Termovizoru metroloģisko uzraudzību (kalibrēšanu) ieteicams veikt ne retāk kā 1 reizi 3 gados, ja nav noteikts cits periodiskums valstī spēkā esošajos normatīvajos dokumentos.

2.5. $0,4\text{ kV} - 20\text{ kV}$ kopņu kontaktsavienojumu un darbā esošu elektromašīnu suku silšanas pārbaudēs pieļaujama pirometrisko ierīču izmantošana. Izmantojot pirometrus, jāpievērš uzmanība to vizēšanas leņķa pareizai izvēlei.

2.6. Termogrāfiskos indikatīvajos mērījumos izmantotiem indikatoriem netiek izvirzītas minimālās prasības mērījumu parametriem.

2.7. Termogrāfiskās pārbaudes jāveic elektroietaisēm pie nostabilizējušās temperatūras.

2.8. Ārpuskārtas termogrāfiskās pārbaudes veic pēc nepieciešamības un atbilstoši energoietaisies ekspluatācijas instrukcijai vai komercsabiedrības noteiktā kārtībā.

2.9. Par termogrāfiskās pārbaudes rezultātiem komercsabiedrības noteiktos gadījumos un noteiktā kārtībā tiek sagatavoti pārbaudes protokoli, atskaites vai akti. Termogrāfiskās pārbaudes protokola, atskaites, akta minimālais iekļaujamās informācijas apjoms norādīts 1. pielikumā. Ja pastāv bīstama defekta iespējamība, par to tiek informēta komercsabiedrība noteiktā kārtībā.

3. Elektroietaišu termiskā stāvokļa novērtēšana

3.1. Elektroiekārtu un strāvu vadošu daļu termiskā stāvokļa novērtēšana tiek veikta atkarībā no elektroiekārtas darba apstākļiem un konstruktīvajām īpatnībām:

- 3.1.1.** pēc normētām temperatūrām (virstemperatūrām) ⁽¹⁾;
- 3.1.2.** pārkaršanas temperatūras (starp fāzēm);
- 3.1.3.** defekta pakāpes koeficienta (fāzes robežās);
- 3.1.4.** temperatūras izmaiņas dinamikas;
- 3.1.5.** slodzes izmaiņām;
- 3.1.6.** izmērīto temperatūru salīdzināšanas vienas fāzes robežās vai starp fāzēm.

Piezīme 1: Pieļaujamās temperatūras un virstemperatūras dotas 3.1. tabulā.

3.2. Elektroiekārtām pie darba strāvas virs $0,6 I_{\text{nom}}$ līdz $1,0 I_{\text{nom}}$ pēc attiecīga pārrēķina jāizmanto 3.1. tabulas noteiktās vērtības.

3.3. Elektroiekārtu defektu prognozēšanai var veikt izmērītās virstemperatūras vērtības pārreķinu pie normētās vērtības. Pārreķinam tiek izmantota šāda formula:

$$\frac{\Delta T_{\text{nom}}}{\Delta T_d} = \left(\frac{I_{\text{nom}}}{I_d} \right)^2,$$

kur:

I_{nom} – nominālā strāva;

I_d – darba strāva mērījuma laikā;

ΔT_{nom} – temperatūra pie nominālās strāvas I_{nom} ;

ΔT_d – temperatūra pie darba strāvas I_d .

Piezīme: Jā aprēķināta virstemperatūra pie nominālās strāvas tuvojas vai pārsniedz 3.1. tabulā norādītās vērtības, tās var liecināt par elektroiekārtas defektu.

3.4. Pie darba strāvas virs $0,3 I_{\text{nom}}$ līdz $0,6 I_{\text{nom}}$ elektroiekārtas stāvokli novērtē pēc pārkaršanas temperatūras. Kā temperatūras norma šajā gadījumā tiek izmantota temperatūras vērtība, kas pārreķināta pie $0,5 I_{\text{nom}}$.

Pārreķinam tiek izmantota šāda formula:

$$\frac{\Delta T_{0,5}}{\Delta T_d} = \left(\frac{0,5 I_{\text{nom}}}{I_d} \right)^2,$$

kur:

$\Delta T_{0,5}$ – temperatūra pie darba strāvas $0,5 I_{\text{nom}}$.

3.5. Novērtējot elektroiekārtas pārkaršanas temperatūras pie strāvas $0,5 I_{\text{nom}}$, izšķir šādas defektu pakāpes:

3.5.1 pārkaršanas temperatūra robežās no 5 °C līdz 10 °C . Šī ir defekta sākuma stadija, kuru nepieciešamas uzraudzīt un plānotā remonta laikā veikt pasākumus tā novēršanai;

3.5.2 pārkaršanas temperatūra robežās no 10 °C līdz 30 °C . Šis ir progresējis defekts. Tuvākā elektroiekārtas atslēguma laikā nepieciešams veikt pasākumus defekta novēršanai;

3.5.3 pārkaršanas temperatūra lielāka par 30 °C . Pastāv bīstama defekta iespējamība. Defektu nepieciešams novērst nekavējoties.

3.6. Atkarībā no konkrētā defekta un tā vietas elektroiekārtā, var noteikt atšķirīgu defekta pakāpes vērtējumu 3.5. p. minētajās robežās, ņemot vērā faktisko temperatūru, slodzi pieslēgumā, iespējamās slodzes izmaiņas, ekonomiskos, drošības un citus apsvērumus.

3.7. Veicot elektroiekārtu un strāvas vadošu daļu termogrāfiskās pārbaudes pie darba strāvas $0,3 I_{\text{nom}}$ un mazākas, samazinās iespēja atklāt defektus to attīstības sākuma stadijā.

3.1. tabula

Pielaujamās temperatūras

Nr. p.k.	Pārbaudāmas daļas un mezgli		Lielākās pieļaujamās vērtības	
			Temperatūra, °C	Virstemperatūra, °C
1.	Strāvu vadošas (izņemot, kontaktus un kontaktsavienojumus) metāliskas daļas	neizolētas un bez saskares ar izolējošiem materiāliem	120	80
		izolētas vai saskarē ar izolējošiem materiāliem pēc termoizturības klasēm ⁽¹⁾	Y	90
			A	105
			E	120
			B	130
			F	155
			H	180
			N	200
			R	220
			-	250
2.	Vara un vara sakausesējumu kontakti	bez pārklājuma, gaissā/izolējošā eļļā	75/80	35/40
		ar uzliekamām sudraba plāksnēm, gaissā /izolējošā eļļā	120/90	80/50
		ar sudraba vai niķeļa pārklājumu, gaissā /izolējošā eļļā	115/90	75/50
		ar sudraba pārklājumu ne mazāku kā 24 µm biezumā	120	80
		ar alvas pārklājumu, gaissā /izolējošā eļļā	90/90	50/50
3.	Volframa un molibdenu saturošie metālkeramiskie kontakti izolējošā eļļā	pamatā varš/pamatā sudrabs	85/90	45/50
4.	Elektroiekārtu izvadspāiles no vara, alumīnija, un tā sakausesējumiem, kas paredzēti savienošanai ar elektrisko ķēžu ārējiem vadītājiem	bez pārklājuma	90	50
		sudraba un niķeļa pārklājumu	115	75
		ar alvas pārklājumu	105	65
5.	Bultskrūvju savienojumi no vara, alumīnija un to sakausesējumiem	bez pārklājuma, gaissā/izolējošā eļļā	100/100	60/60
		ar alvas pārklājumu, gaissā/izolējošā eļļā	105/100	65/60
		ar sudraba vai niķeļa pārklājumu, gaissā/izolējošā eļļā	115/100	75/60

3.1. tabulas turpinājums

Nr. p.k.	Pārbaudāmas daļas un mezgli			Lielākās pieļaujamās vērtības	
				Temperatūra, °C	Virstemperatūra, °C
6.	Drošinātāji	kontaktsavienojumi no vara, alumīnija tāsa kausējumiem gaīsā bez pārklājuma/ ar pārklājumu	ar atdalāmiem savienojumiem, ko nodrošina atspere	75/95	35/55
			ar izjaucamiem savienojumiem (pievelkot bultskrūves vai uzgriežņus), ieskaitot drošinātāju izvadus	90/105	50/65
		metāliskās daļas, kuras izmanto kā atspere	no vara	75	35
			no fosforbronzas un analogiem sakausējumiem	105	65
7.	Komutācijas aparātu izolējošā eļļa augšējā slānī			90	50
8.	Iebūvētie strāvmāiņi līdz 0,4 kV	sinumi	—	10	
		serde	—	15	
9.	Caurvadu strāvu vadošo izvadu bultskrūvju savienojumi eļļā/gaīsā			—	85/65
10.	Transformatoru sprieguma regulēšanas iekārtu savienojumi no vara, tāsa kausējumiem un vara saturošu kompozītmateriāliem bez sudraba pārklājuma darbam gaīsā/eļļā	ar bultskrūvju vai citu elementu nospiegošanu, kas nodrošina savienojuma stingrību		—	40/25
		ar atspere piespiedieni un pašatīrīšanos pārslēgšanās laikā		—	35/20
		ar atspere piespiedieni un bez pašatīrīšanos pārslēgšanās laikā		—	20/10
11.	Strāvu vadošas dzīslas ilgstošā/avārijas režīmā spēka kabeļiem ar izolāciju ⁽²⁾	polivinilhlorīds un polietilēns		70/80	—
		vulkanizējamā polietilēna		90/130	—
		gumijas		65/—	—
		paugstinātas termoizturības gumijas		90/—	—
		šķērssaistīta polietilēna		90/—	—
		etilēnpropilēna polimēra un augstas izturības etilēnpropilēna polimēra		130/160	—
		ar viskozu / daļēji viskozu piesūcinātu papīra-eļļas izolāciju un nominālo spriegumu, kV	1 un 3	80/80	—
			6	65/75	—
			10	60/—	—
			20	55/—	—
12.	Kolektori un kontaktgredzeni, neaizsargāti un aizsargāti pie izolācijas termoizturības klases	A/E/B		—	60/70/80
		F/H		—	90/100
13.	Slīdgultņi/rites gultņi			80/100	—
14.	Elektrostaciju transformatoru eļļas tvertne ⁽³⁾			90	—

Piezīme 1: Termoizturības klases noteiktas saskaņā ar standartu LVS EN 60085.

Piezīme 2: Temperatūra tiek noteikta mērot kabeļa izolācijas virsmas temperatūru.

Piezīme 3: Tiek noteiktas transformatoru eļļas tvertnes temperatūra, pārkaršanas zonas vai/un sīšanas punkti. Ja tiek pārsniegta transformatora eļļas tvertnes lielākā pieļaujamā temperatūras vērtība, jāveic transformatora eļļas ārpuskārtas hromatogrāfiskā analīze.

Piezīme 4: Dati, kas doti tabulā, izmantojami gadījumā, ja elektroiekārtu ražotāja instrukcijā nav noteiktas citas prasības vai elektroiekārtas ražotājs nav izmantojis citus standartus.

Piezīme 5: Elektroiekārtām, kas izgatavotas pēc IEC standartiem, pieļaujamās temperatūras dotas IEC TR 60943 standartā.

3.8. Metinātu un presētu kontaktsavienojumu stāvokļa novērtējumu, rekomendējams, veikt pēc pārkaršanas temperatūras vai defekta pakāpes koeficienta.

3.9. Novērtējot strāvu vadošo daļu termisko stāvokli pēc defekta pakāpes koeficienta, pielieto šādu defektu novērtējumu:

3.9.1 mazāks vai vienāds ar 1,2. Defekta sākuma stadija. Defektu nepieciešams uzraudzīt periodiski;

3.9.2 virs 1,2 līdz 1,5 (neieskaitot). Progresējis defekts. Tuvākā elektroiekārtas atslēguma laikā veikt pasākumus defekta novēršanai;

3.9.3 lielāks vai vienāds ar 1,5. Bīstams defekts. Defekts jānovērš pēc iespējas īsākā laikā.

3.10. Ja elektroiekārtas darbības novirze izraisa vairāku blakus esošo elementu uzkaršanu un termogrāfiskās pārbaudes novērtēšanu veic pēc maksimālās pieļaujamās temperatūras, tad novērtēšanas kritērijs ir tā elementa materiāla pieļaujamā temperatūra, kuram pieļaujamā temperatūra ir zemāka.

4. Termiskā attēla attēloto temperatūru ietekmējošie vides faktori

4.1. Atstarojumi

4.1.1. Elektroietaisēs ir daudz objektu ar spožām metāla virsmām, kurām ir liela infrasarkanā starojuma atstarošanas spēja. Piemēram, krāsotas virsmas infrasarkanā starojuma emisijas koeficients parasti ir 0,9, bet spožai nekrāsotai alumīnija kopnei ir 0,2. Ja šīs spožās metāla virsmas atstaro saules vai kāda cita objekta, piemēram, elektriskā apgaismojuma spuldzes siltumstarojumu, termiskajā attēlā būs redzamas sakarsušas vietas, kas patiesībā ir atstarojums no kāda cita siltumstarojoša objekta, piemēram, atstarojums no gaismekļiem. Šādos gadījumos tas var saglabāties kādu laiku arī pēc apgaismojuma izslēgšanas.

4.1.2. Atstarotā siltumstarojuma avots var būt arī pats termogrāfiskās pārbaudes veicējs vai cits personāls.

4.1.3. Termogrāfisko pārbaudi ārā elektroietaisēm ieteicams veikt apmākušos laikapstākļos, tumšajā diennakts laikā vai ja pārbaudāmais objekts atrodas aizēnojumā. Veicot mērījumus, termovizora objektīvu nedrīkst vērst pret sauli. Termogrāfiskās pārbaudes veicējam, lai nepieņemtu nepareizu lēmumu par elementu vai komponentu pārkaršanu, pārbaudāmais objekts jāapskata no dažādiem leņķiem un termovizora novietojuma augstumiem un, ja iespējams, no dažādām pusēm.

4.2. Saules starojums

4.2.1. Tieša saules starojuma rezultātā elektroietaisies sasilst. Īpaši tas attiecas uz augstas infrasarkanā starojuma emisijas virsmām.

4.2.2. Saules starojuma raksturīga pazīme termiskajā attēlā ir norobežoti augstas temperatūras apgabali. Šiem apgabaliem ir ļoti krasa pāreja starp salīdzinoši karsto un auksto apgabalu ar krasu temperatūras gradāciju starp šiem apgabaliem. Paaugstinātas silšanas gadījumā šī pāreja ir ar vienmērīgāku un garāku temperatūras gradācijas posmu.

4.2.3. Saules sakarsētie objekti, arī pēc tam, kad sauli aizsedz mākoņi, ilgi var saglabāt uzsildītu stāvokli.

4.3. Virpuļstrāvu izraisītā induktīvā silšana

4.3.1. Virpuļstrāvas var izraisīt strāvu vadošo daļu paaugstinātu silšanu. Virpuļstrāvu izraisītā induktīvā silšana notiek magnētiskajā materiālā, kas atrodas netālu no strāvas vadītāja. Šāda silšana bieži novērojama kopņu atbalsta stiprinājumos.

4.4. Darba strāva

4.4.1. Elektroietaišu trīsfāžu sistēmā darba strāva fāzēs parasti ir simetriska, par ko var pārliecināties nolasot katras fāzes strāvas rādījumus vai veicot strāvas mērījumus katrā fāzē, ja to pieļauj konstruktīvais izpildījums. Simetriskai slodzei visās fāzēs vajadzētu uzturēt vienādu temperatūru pie nosacījuma, ka fāžu tehniskais izpildījums un darba parametri ir vienādi. Ja temperatūra atšķiras, tad, iespējams, to izraisījis kāds defekts vai darba strāva fāzēs nav simetriska. Atšķirīgas slodzes izraisītu pārkaršanu var atpazīt arī pēc tā, ka strāvas vadītājs (piemēram, kopne, vads vai kabelis) ir siltāks visā tā garumā, nevis kādā atsevišķā vietā. Tāpat vienmērīgi siltāks var būt arī kāds no strāvas vadītājiem ar mazāku šķēsgriezumu, piemēram, drošinātājs.

4.4.2. Darba strāva var izraisīt vidējās (pēc izvietojuma) fāzes nelielu temperatūras paaugstināšanos salīdzinot ar blakus fāzēm. Parasti temperatūru atšķirība starp vidējo fāzi un blakus esošajām fāzēm nav lielāka par 5 °C, ja tā ir lielāka par 5 °C, tas var liecināt par iespējamu defektu vidējā fāzē.

4.5. Kontaktsavienojuma paaugstināta pārejas pretestība

4.5.1. Kontaktsavienojuma paaugstināta pārejas pretestība var izraisīt paaugstinātu silšanu. Uz šādu defektu norāda temperatūras paaugstināšanās kontaktsavienojuma vietā, salīdzinājumā ar līdzīgu vietu blakus fāzēm.

4.6. Lietus un sniegs

4.6.1. Lietus un snigšana rada dzesējošu efektu āra elektroietaisēs. Termogrāfiskos mērījumus ar apmierinošiem rezultātiem var veikt neliela lietus vai nelielas snigšanas laikā.

4.6.2. Termogrāfiskos mērījumus nav ieteicams veikt stipras snigšanas un lietus laikā, jo pasliktinās termiskā attēla kvalitāte, līdz ar to samazinās iespēja atklāt defektus un defektus attīstības sākuma stadijā.

4.7. Vējš

4.7.1. Āra mērījumos jāņem vērā vēja dzesējošais efekts. Pārkaršanas temperatūra, kas izmērīta pie vēja ātruma 5 m/s, būs aptuveni divas reizes mazāka nekā pie vēja ātruma 1 m/s. Lai iegūtu korektu pārkaršanas temperatūru pie noteikta vēja ātruma, nepieciešams izmantot vēja dzesēšanas korekcijas koeficientu. Vēja dzesēšanas korekcijas koeficientus kontaktiem un kontaktsavienojumiem skatīt 4.1. tabulā.

4.7.2. Nav ieteicams veikt termogrāfiskās pārbaudes āra elektroietaisēs, ja vēja ātrums pārsniedz 8 m/s.

4.1. tabula

Vēja dzesēšanas korekcijas koeficienti kontaktiem un kontaktsavienojumiem atkarībā no vēja ātruma

Vēja ātrums, m/s	Korekcijas koeficients
1	1,00
2	1,36
3	1,64
4	1,86
5	2,06
6	2,23
7	2,40
8	2,54

Piezīme: Lai noteiktu pārkaršanas temperatūru, izmērīto temperatūru jāreizina ar korekcijas koeficientu pie attiecīgā vēja ātruma.

5. Termiskā attēla attēloto temperatūru ietekmējošie termovizora lietošanas faktori.

5.1. Emisijas koeficients [ϵ]

5.1.1. Emisijas koeficients (vai izstarošanas koeficients) raksturo objekta virsmas īpašības, piemēram, spīdīgums, krāsojums, virsmas stāvoklis (raupjš, pulēts) u.c.

Kļūdaina vai neprecīza emisijas koeficienta izvēle izraisa kļūdas termogrāfiskajās pārbaudēs.

5.1.2. Emisijas koeficienta vērtības ir atkarīgas no temperatūras un virsmas īpašībām. Norādītās vērtības izmanto temperatūras starpības mērīšanai. Absolūto temperatūru mērījumiem, materiāliem jānosaka precīzs emisijas koeficients. Emisijas koeficientu vērtības skatīt 5.1. tabulā

5.1. tabula

Emisijas koeficienti atkarībā no pārbaudāmā objekta materiāla

Materiāls	Virsmas	Emisijas koeficients, [ε]
Alumīnijs	Anodēta	0,55
	Neapstrādāta	0,06-0,07
	Oksidēta	0,2-0,3
	Pulēta	0,04-0,06
Bronza	Neapstrādāta	0,55
	Pulēta	0,1
Dzelzs	Sarūsējusi	0,61-0,85
	Neapstrādāta	0,24
	Oksidēta	0,74
	Cinkota	0,25
	Pulēta	0,14-0,38
Misiņš	Oksidēta	0,6
	Pulēta	0,03
Varš	Pulēta	0,02-0,05
	Plāna oksīda plēve	0,037
	Oksidēta	0,6-0,73
Svins	Spīdīga	0,08
	Pelēka, oksidēta	0,28
Tērauds	Sarūsējusi	0,69
	Legēta	0,35
	Nerūsējoša	0,16-0,45
	Oksidēta	0,8
	Cinkota	0,28
	Pulēta	0,07
Azbests	Pelēka	0,96
	Papīra	0,94
	Kartona	0,74-0,88
Bitumens	Jumta, plakana	0,96
	Šķidra	1,0
Papīrs	Balta	0,7-0,9
	Dzeltena	0,72
	Zaļa	0,85
	Sarkana	0,76
	Matēta	0,93
	Zila	0,84
	Melna	0,9
Ūdens	Ledus	0,95
	Destilēts	0,96
	Sarma	0,98
	Sniegs	0,85
Gumija	Cieta	0,95
	Mīksta	0,86
Eļļas krāsa	Matēta melna	0,98
	Dažādas krāsas	0,92-0,94
Stikls	-	0,91-0,94
Grafiits	-	0,98
Porcelāns	Glazēta	0,75-0,93
	Neglazēta	0,9

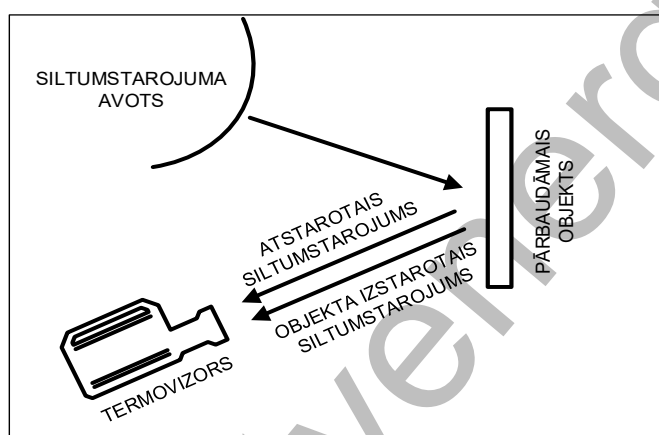
Piezīme: Šīs tabulas dati ir paredzēti emisijas koeficienta vērtību iestatīšanai veicot termogrāfiskās pārbaudes.

5.2. Atstarotā temperatūra.

5.2.1. Pārbaudāmā objekta atstarotais infrasarkanais starojums, jeb atstarotā temperatūra ir vienāda ar apkārtējās vides temperatūras vērtību, ja tuvumā nav cita siltumstarojoša objekta.

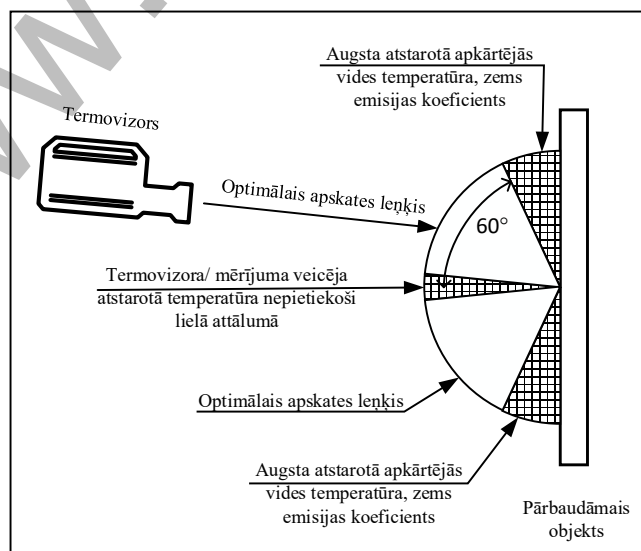
5.2.2. Pārbaudāmā objekta atstarotā temperatūra ir jāizmaina termovizora iestatījumos (visbiežāk atstarotā temperatūra ir jāizmaina uz apkārtējās vides temperatūru), ja pārbaudāmais objekts saņem starojumu no kāda cita tuvumā esoša siltumstarojoša objekta, kas ir sasilis vai atdzisis no atšķirīgas temperatūras salīdzinot ar apkārtējās vides temperatūru un kura infrasarkanais starojums atstarojas uz pārbaudāmo objektu (skatīt 5.1. attēlu).

Piezīme: Atstarotās temperatūras precīza noteikšana būtiski ietekmē temperatūras mērījumus objektiem, kuru virsmas infrasarkanā starojuma emisijas koeficients ir mazāks par 0,5.



5.1. attēls. Atstarotā siltumstarojuma ietekme uz termogrāfisko mērījumu

5.2.3. Būtiska ir arī apskates leņķa izvēle, veicot termogrāfiskos mērījumus, jo nepareiza leņķa izvēle var ietekmēt gan atstaroto temperatūru, gan emisijas koeficientu. Optimālā apskates leņķa izvēli skatīt 5.2. attēlā.



5.2. attēls. Optimālā apskates leņķa izvēle veicot termogrāfiskos mērījumus

6. Termogrāfisko pārbaūžu periodiskums

6.1. Lai palielinātu iespēju atklāt defektus sākotnējā stadijā, nepieciešams veikt regulāras termogrāfiskās pārbaudes. Pirmo pārbaudi ir jāveic pieņemot elektroiekārtu ekspluatācijā atbilstoši LEK 002 prasībām. Turpmākie elektroietaišu termogrāfisko pārbaūžu periodiskumi norādīti 6.1. tabulā.

Ja komercsabiedrība vai elektroietaisies ražotājs nav noteicis citus elektroietaišu termogrāfisko pārbaūžu periodiskus, tad jāievēro šajā energostandartā noteiktie periodiskumi.

6.1. tabula

Elektroietaišu termogrāfisko pārbaūžu periodiskumi

Elektroietaise		Periodiskums
Sadalietaises ⁽¹⁾	Kabeļu sadalnes, uzskaites sadalnes, kabeļu uzskaites sadalnes ar spriegumu līdz 20 kV	1 reizi 4 gados
	Transformatoru apakšstacijas ar spriegumu līdz 20 kV	1 reizi 4 gados
	Sadales punkti, komutācijas punkti, ĀSI un ISI ar spriegumu līdz 20 kV	1 reizi 2 gados
	Apakšstacijas, ĀSI un ISI ar spriegumu līdz 20 kV	1 reizi gadā
	110 kV sadalietaises	1 reizi gadā
	330 kV sadalietaises	2 reizes gadā
Gaisvadu un kabeļu elektrolinijas	KL un GL ar spriegumu līdz 20 kV (pievienojumu vietās)	Ja tās ir pieejamas kopā ar slēgiekārtas termogrāfiskajām pārbaudēm
	110 – 330 kV GL, vecums ≤ 25 gadi	1 reizi 10 gados
	110 – 330 kV GL, vecums ≥ 25 gadi	1 reizi 6 gados
	110 – 330 kV KL kabeļu galu apdares un kabeļu savienojošās uznavas	1 reizi gadā
Transformatori ^{(1) (2)}	Transformatori ar spriegumu līdz 20 kV (ieskaitot pašpatēriņu un līdzspriegumu)	1 reizi 4 gados
	110 kV transformatori	1 reizi gadā
	330 kV transformatori	2 reizes gadā
Ģeneratori ar jaudu 12 MW un lielāku ^{(3) (4)}	Statora tērauds turboģeneratoriem	Pēc nepieciešamības
	Statora tērauds hidroģeneratoriem	Pēc nepieciešamības
Ģeneratori ar jaudu zem 12 MW ^{(3) (4)}	Statora tērauds	Pēc nepieciešamības
Saules paneļu ietaises ar invertora jaudu virs 10 kW ⁽⁵⁾		1 reizi gadā
Saules paneļu ietaises ar invertora jaudu zem 10 kW ⁽⁵⁾		1 reizi 10 gados

Piezīme 1: Elektrostaciju sadalietaišu un transformatoru termogrāfiskās pārbaudes veic ne retāk kā 1 reizi gadā slodžu maksimuma laikā.

Piezīme 2: 110 kV un augstāka sprieguma transformatoriem termogrāfiskās pārbaudes veic arī 1 mēnesi pēc transformatora ieviešanas ekspluatācijā un pēc transformatora atjaunošanas remonta.

Piezīme 3: Termogrāfiskās pārbaudes ieteicams veikt arī pēc daļējas vai pilnīgas statora rievu pārķīlēšanas, pirms jauna tinuma uzstādīšanas un pēc jaunā tinuma ieķīlēšanas. Pēc statora dzelzs bojājumu novēršanas un/vai daļējas tinumu maiņas termogrāfiskās pārbaudes nepieciešamību nosaka komercsabiedrība.

Piezīme 4: Ģeneratoriem ierosmes sistēmas termogrāfisko pārbaūžu periodiskumu nosaka atbilstoši energoietāises ekspluatācijas instrukcijai.

Piezīme 5: Elektroenerģijas lietotāju saules paneļu ietaisēm termogrāfiskās pārbaudes jāveic saskaņā ar valstī noteikto normatīvo aktu prasībām.

7. Elektroietaišu termogrāfisko pārbaūžu normas un apjoms

7.1. Ģeneratori

7.1.1. Statora tērauda stāvokļa termogrāfiskās pārbaudes

7.1.1.1. Termisko attēlu ieteicams uzņemt pirms sprieguma padeves uz magnetizētājtinumu un pēc 90 min. statora sildīšanas. Pēc statora tērauda nomaiņas pieļaujama sildīšanas laika samazināšana. Termogrāfisko pārbaudi veic statora rievās daļām un visai iekšējai statora virsmai.

7.1.1.2. No uzņemtajiem termiskajiem attēliem nosaka temperatūras izmaiņas (temperatūras pieaugums pārbaudes laikā salīdzinot ar pārbaudes sākumu), kurām nevajadzētu pārsniegt 25 °C. Lielākajai temperatūras starpībai starp statora rievām pārbaudes beigās nevajadzētu pārsniegt 5 °C. Tāpat noskaidro lokālas silšanas statora tēraudā un izvērtē to pieļaujamību.

7.1.1.3. Sinhrono kompensatoru termogrāfiskās pārbaudes jāveic analogi kā attiecīgas jaudas ģeneratoriem. Visas prasības, kas 7.1. nodaļā ir izvirzītas ģeneratoriem, attiecināmas arī uz sinhronajiem kompensatoriem.

7.1.2. Ģeneratoru ierosmes sistēma

7.1.2.1. Kontaktu un kontaktsavienojumu pieļaujamai temperatūrai komutācijas aparātiem, tiristoriem, diodēm, pārveidotājiem un citiem elementiem nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 4. p. un 5. p. norādītās vērtības.

7.1.2.2. Izmērītajai tiristoru un diožu temperatūrai nevajadzētu savā starpā atšķirties vairāk kā par 30%.

7.1.2.3. Termogrāfiskajā pārbaudē pievērš uzmanību paralēlo atzaru tiristoru un diožu silšanas vienmērīgumam.

7.2. Maiņstrāvas un līdzstrāvas elektrodzinēji

7.2.1. Elektrodzinēju termiskā stāvokļa termogrāfiskā pārbaudē tiek novērtēta:

7.2.1.1. gultņu silšanas temperatūra (skatīt 3.1. tabulas 13. p.);

7.2.1.2. korpusa silšanas temperatūra (dzesēšanas rievojumu efektivitāte, pēc elektrodzinēja korpusa virsmas lokālas silšanas var noteikt starpvijumu īsslēgumu pazīmes);

Piezīme: Pieļaujamai temperatūrai cilvēka pieskaršanai pieejamās vietās nevajadzētu pārsniegt 60 °C.

7.2.2. Elektrodzinējiem ar jaudu virs 1 kW virsmas temperatūras sadalījums jānosaka no četrām pusēm, ja ir iespējams.

7.3. Transformatori ar 110 kV un augstāku spriegumu

7.3.1. Transformatoriem, autotransformatoriem un eļļas reaktoriem pārbauda:

- 7.3.1.1.** tvertnes virsmas temperatūras sadalījumu tinumu nozarojumu vietās;
- 7.3.1.2.** transformatora tvertnes sānu temperatūras sadalījumu pa visu tā perimetru (lokālās silšanas zonas);
- 7.3.1.3.** tvertnes augšējās daļas temperatūras sadalījumu;
- 7.3.1.4.** tvertnes stiprināšanas bultskrūvju silšanu;
- 7.3.1.5.** dzesēšanas sistēmu un tās elementus;
- 7.3.1.6.** salīdzināta malējo fāžu silšanu;
- 7.3.1.7.** atbilstību starp eļļas līmeni konservatorā un eļļas līmeņa mērinstrumentu rādījumiem;
- 7.3.1.8.** atbilstību starp eļļas temperatūru augšējos slāņos un eļļas temperatūras mērinstrumentu rādījumiem;
- 7.3.1.9.** absorbcijas filtrus, termosifonus;
- 7.3.1.10.** iebūvētos mērinstrumentus;
- 7.3.1.11.** mērinstrumentu izvadus, ja tas ir iespējams;
- 7.3.1.12.** caurvadus un to pievienojumus (kontakta un kontaktsavienojumu temperatūrai nedrīkst pārsniegt 3.1. tabulas 2. p. 4. p. un 5. p. norādītās vērtības);
- 7.3.1.13.** pārsprieguma aizsardzības elementus;
- 7.3.1.14.** zemējumu kontūra, kabeļu ekrānu un nulles izvada pievienojumus;
- 7.3.1.15.** atgaisošanas caurules.

Piezīme: Pēc nepieciešamības transformatoriem pārbauda arī transformatoru metāla konstrukcijas, kuras veido noslēgtus kontūrus (piemēram, kāpnes, margas, kopņvadu stiprinājumi u.c.).

7.4. Transformatori ar spriegumu līdz 20 kV

7.4.1. Transformatoriem ar spriegumu līdz 20 kV jāpārbauda:

- 7.4.1.1.** transformatora izvadi - kopnes un kabelķurpes pievienojumi;
- 7.4.1.2.** zemējumu kontūra un nulles izvada pievienojumi;
- 7.4.1.3.** eļļas tvertnes temperatūras sadalījumu;
- 7.4.1.4.** sauso transformatoru tinumu virsmas temperatūras sadalījumu.

7.4.2. Elektrostacijās transformatoriem ar jaudu virs 10 MVA papildus jāpārbauda:

- 7.4.1.1.** dzesēšanas sistēmu un tās elementus;
- 7.4.1.2.** absorbcijas filtrus, termosifonus;

7.4.1.3. atbilstību starp eļļas līmeni konservatorā un eļļas līmeņa mērinstrumentu rādījumiem;

7.4.1.4. atbilstību starp eļļas temperatūru augšējos slāņos un eļļas temperatūras mērinstrumentu rādījumiem;

7.4.1.5. caurvadus un to pievienojumus;

7.4.1.6. transformatora ligzdas kontaktus un kontaktsavienojums (kontaktu un kontaktsavienojumu temperatūras nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 2. p., 4. p. un 5. p. norādītās vērtības).

7.5. Eļļpildītie strāvmaiņi

7.5.1. Tiek noteikta strāvmaiņa apvalka uzsilšanas temperatūra. Apvalkam nevajadzētu būt lokālām silšanas vietām. Temperatūras vērtībām, kas noteiktas trīs fāžu apvalkiem analogās zonās, nevajadzētu savā starpā atšķirties vairāk kā par 0,3 °C, ja strāvmaiņi ir identiski. Ja temperatūra atšķiras vairāk kā par 0,3 °C, tas liecina par iespējamu bojājumu.

7.5.2. Strāvmaiņa iekšējo transformācijas pārslēdzējietaišu kontaktsavienojumu novērtējumu veic salīdzinot temperatūras uz strāvmaiņu izplešanās sistēmu virsmām visās fāzēs. Pieļaujamajai virstemperatūrai uz izplešanās sistēmu virsmas, kas raksturo pārslēdzējietais kontaktsavienojumu avārijas stāvokli, nevajadzētu pārsniegt 60 °C pie nominālās strāvas. Ārējo transformācijas pārslēdzējietaišu kontaktsavienojumu virstemperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 4. p. un 5. p. norādītās vērtības.

7.5.3. Strāvmaiņu izvadu kontaktsavienojumu temperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 4. p. un 5. p. norādītās vērtības.

7.6. Spriegummaiņi

7.6.1. Tiek noteikta porcelāna apvalka virsmas uzsilšanas temperatūra. Temperatūras vērtībām, kas noteiktas trīs fāžu apvalkiem analogās zonās, nevajadzētu savā starpā atšķirties vairāk kā par 0,3 °C, ja spriegummaiņi ir identiski. Ja temperatūra atšķiras vairāk kā par 0,3 °C, tas liecina par iespējamu bojājumu.

7.7. Elegāzes mērmaiņi

7.7.1. Nosaka mērmaiņu apvalka virsmas temperatūru. Temperatūras vērtībām, kas noteiktas trīs fāžu apvalkiem analogās zonās, nevajadzētu savā starpā atšķirties vairāk kā par 0,3 °C, ja mērmaiņi ir identiski. Ja temperatūra atšķiras vairāk kā par 0,3 °C, tas liecina par iespējamu bojājumu.

7.8. Jaudas slēdži

7.8.1. Kontaktu un kontaktsavienojumu pārbaudēs nosaka pašu jaudas slēdžu temperatūru (skatīt 7.1. tabulu), kā arī kameru un moduļu savstarpējo savienojumu un kopņu pievienojumu temperatūru.

7.1. tabula

**Jaudas slēdžu kontaktu un kontaktsavienojumu termogrāfiskās pārbaudes
apjoms**

Slēdža veids	Pārbaudāmais kontaktmezgls	Pārbaudes punkts
6-20 kV maztīlpuma eļļas jaudas slēdži	Kopne – strāvu vadošais izvads ⁽¹⁾	Attiecīgā mezgla bultskrūvju savienojums
	Izvads – lokanā saite ⁽¹⁾	
	Lokanā saite – kustīgais kontakts ⁽¹⁾	
	Kopne – bākas apakšējais kontakts ⁽¹⁾	
	Lokdzēses kamera ⁽²⁾	Jaudas slēdža korpusa virsma
110 kV maztīlpuma eļļas jaudas slēdži	Kopne – strāvu vadošais izvads ⁽¹⁾	Mezgla bultskrūvju savienojumi
	Nekustīgā kontakta strāvvads slēdža flanča virzienā ⁽¹⁾	Augšējais slēdža flancis
	Rulliņu slīdkontakts ⁽²⁾	Porcelāna apvalka virsma
	Lokdzēses kamera ⁽²⁾	Slīdkontakta un lokdzēses kameras izvietojuma zonā
Lietīlpuma eļļas jaudas slēdži	Kopne - strāvu vadošais izvads ⁽¹⁾	Mezgla bultskrūvju savienojumi
	Lokdzēses kamera ⁽²⁾	Slēdža tvertnes virsma lokdzēses kamerā izvietojuma zonā
Gaisa jaudas slēdži	Kopne – strāvu vadošais izvads ⁽¹⁾	Attiecīgā mezgla bultskrūvju savienojums
	Slēdža moduļu strāvu vadošie kontaktsavienojumi ⁽¹⁾	Attiecīgā mezgla bultskrūvju savienojums
	Lokdzēses kamera, atdalītājs ⁽²⁾	Izolējošā cilindriskā apvalka virsma kontaktu izvietojuma zonā
Elegāzes jaudas slēdži	Darba un lokdzēses kontakti ⁽²⁾	Izolējošā cilindriskā apvalka virsma kontaktu izvietojuma zonā
	Kopne - strāvu vadošais izvads ⁽¹⁾	Attiecīgā mezgla bultskrūvju savienojums
Vakuuma jaudas slēdži	Darba un lokdzēses kontakti ⁽²⁾	Izolējošā cilindriskā apvalka virsma kontaktu izvietojuma zonā
	Kopne - strāvu vadošais izvads ⁽¹⁾	Attiecīgā mezgla bultskrūvju savienojums

Piezīme 1: Pieļaujamā temperatūru nosaka atbilstoši 3.1. tabulas 4. p. un 5. p.

Piezīme 2: Stāvokli nosaka salīdzinot slēdža bāku (apvalku) temperatūras visām fāzēm. Pārbaudes vietās nevajadzētu būt lokālām silšanām.

7.9. Atdalītāji

7.9.1. Kontaktsavienojumu pieļaujamai temperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 5. p. norādītās vērtības.

7.9.2. Kontaktu pieļaujamai temperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 2. p. norādītās vērtības.

7.9.3. Vara, alumīnija un to sakausējuma izvadiem, kas paredzēti savienošanai ar ārējiem vadītājiem, pieļaujamām temperatūras vērtībām nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulā 4. p. norādītās vērtības.

7.9.4. Visa izolatora augstumā nevajadzētu būt lokālām silšanas vietām, viena pieslēguma fāzēm.

Piezīme: Viena pieslēguma visās fāzēs, savstarpēji salīdzinot izolatorus, tiem jābūt līdzīgiem. Ja pieslēguma vienā fāzē, visa izolatora augstumā parādās lokālas silšanas vietas (pieslēguma pārējo fāžu izolatoriem lokālu silšanas vietu nav), tas var liecināt par iespējamu izolatora defektu.

7.10. Ekranētie strāvvadi

7.10.1. Elektroiekārtu un strāvas vadošu daļu kontakti un kontaktsavienojumi

7.10.1.1. Pārbaudi veic tad, ja ietaises konstruktīvais izpildījums to pieļauj. Elektroiekārtu un strāvas vadošu daļu kontaktu un kontaktsavienojumu pieļaujamās temperatūras vērtības norādītas 3.1. tabulā.

7.10.2. Īsslēgtu kontūru atklāšana ekranētos strāvvados

7.10.2.1. Termogrāfiskajā pārbaudē pievērš uzmanību gan lokālām silšanas vietām, gan apvalku (ekrānu) temperatūrai, kā arī temperatūrai ekrānu pievienojuma vietās pie transformatoriem, ģeneratoriem un metāliskām konstrukcijām.

7.10.2.2. Strāvvadu ekrānu metālisko daļu pieļaujamai temperatūrai, kuri atrodas cilvēkam pieejamā pieskaršanās augstumā, nevajadzētu pārsniegt 60 °C.

7.11. Kopnes

7.11.1. Kontaktsavienojumi

7.11.1.1. Bultskrūvju savienojumu pieļaujamai temperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 5. p. norādītās vērtības.

7.11.1.2. Metinātu un presētu savienojumu silšanas stāvokļa izvērtēšanu veic pēc 3.4. p, 3.5. p., 3.6. p. un 3.8. p. prasībām.

7.11.2. Kopņu tiltu izolatori

7.11.2.1. Izolatoru termogrāfiskās pārbaudes ieteicams veikt paaugstināta gaisa mitruma laikā (gaisa mitrumam pārsniedzot 50%).

7.11.2.2. Visa izolatora porcelāna augstumā nevajadzētu būt lokālām silšanas vietām.

7.12. Sausie un eļļas pildītie strāvu ierobežojošie reaktori

7.12.1. Kontaktsavienojumu virstemperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulā norādītās vērtības. Virsmas virstemperatūrai nevajadzētu pārsniegt 70 °C vai ražotāja norādītās pieļaujamās temperatūras.

7.13. Kondensatori

7.13.1. Kontaktsavienojumi

7.13.1.1. Spēka kondensatoru, kas novietoti atsevišķi vai savienoti baterijās, kontaktsavienojumu pieļaujamai temperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 7. p. norādītās vērtības.

7.13.2. Spēka kondensatoru bateriju elementi

7.13.2.1. Pārbaudē nosaka kondensatoru elementu korpusu temperatūru. Izmērītās temperatūras vērtību izmaiņām vienādas jaudas kondensatoriem nevajadzētu atšķirties vairāk kā 1,2 reizes.

7.13.3. Spēka kondensatoru bateriju stāvokļa novērtējums

7.13.3.1. Kondensatoru bateriju tehniskā stāvokļa novērtējumu, pieņemot lēmumu par remonta apjomu un termiņiem, iegūst no 7.13.1. p. un 7.13.2. p. minētajiem termogrāfisko pārbažu rezultātiem.

7.13.4. Sakaru kondensatoru elementi, jaudas slēdžu kondensatori un atdalošie kondensatori.

7.13.4.1. Atklājot lokālas silšanas vietas kondensatora elementos, jāveic ārpuskārtas izolācijas stāvokļa pārbaudes.

7.14. Ventilīzlādņi un pārsprieguma ierobežotāji

7.14.1. Ventilīzlādņu elementi

7.14.1.1. Ventilīzlādņi ar šuntējošiem rezistoriem ir tehniskā kārtībā, ja termogrāfiskajā pārbaudē konstatē šādas pazīmes:

- augšējie elementi šuntējošo rezistoru atrašanās vietā visās fāzēs ir vienādi uzkaršuši;
- temperatūras sadalījums uz fāzes ventilīzlādņa elementiem praktiski ir vienāds ($0,5\text{ }^{\circ}\text{C} - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ atkarībā no elementu skaita ventilīzlādņī), bet ventilīzlādņiem ar daudziem elementiem var novērot pakāpenisku šuntējošo rezistoru elementu temperatūras samazināšanos no augšējā elementa uz leju.

7.14.2. Pārsprieguma ierobežotāji

7.14.2.1. Termogrāfiskajā pārbaudē nosaka temperatūru visā elementa augstumā un gar apvalka perimetru, kā arī lokālās silšanas zonās.

7.14.2.2. Pārsprieguma ierobežotāju elementu tehnisko stāvokli novērtē salīdzinot izmērītās temperatūras starp fāzēm.

7.15. Caurvadi

7.15.1. Caurvada iekšējo elementu tehniskā stāvokļa noteikšana

7.15.1.1. Hermētiskiem eļļas pildītiem caurvadiem pārbauda īsslēgtu kontūru neesamību caurvada izplešanās sistēmā. Caurvada izplešanās sistēmā korpusa temperatūrai nevajadzētu atšķirties no pārējo fāžu tādiem pašiem caurvadiem.

7.15.1.2. Caurvada iekšējo savienojumu stāvokļa pārbaudi eļļas pildītiem caurvadiem veic nosakot temperatūru visā tā augstumā. Eļļas pildītam caurvadam nevajadzētu būt lokālām silšanas vietām savienojumu atrašanās zonās.

7.15.1.3. Eļļas pildītam caurvadam visa tā apvalka augstumā nevajadzētu būt ar krasām temperatūras izmaiņām vai lokālām silšanas vietām salīdzinot ar pārējo fāžu caurvadiem.

7.15.1.4. Visas iepriekš minētās defektu pazīmes var izraisīt arī eļļas līmeņa pazemināšanās caurvadā vai caurvada korpusa augšējās daļas samitrināšanās (dubļveida nosēdumi tajā).

7.15.2. Caurvadu izvadi

7.15.2.1. Pieļaujamās temperatūras vērtībām caurvadiem no vara, alumīnija vai to sakausējumiem, kas paredzēti savienošanai ar ārējiem strāvas vadītājiem, nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 4. p. norādītās vērtības.

7.16. Drošinātāji

7.16.1. Kontaktsavienojumi

7.16.1.1. Kontaktsavienojumu pieļaujamai temperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 6. p. norādītās vērtības.

7.16.2. Kūstošā ieliktna stāvokļa noteikšana

7.16.2.1. Drošinātāja izolējošas caurules vidū nevajadzētu būt lokālām silšanas vietām.

7.17. Augstfrekvences ierobežotāji

7.17.1. Pārbaudot kontaktsavienojumus, pieļaujami temperatūrai nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 4. p. un 5. p. norādītās vērtības.

7.18. Zemsprieguma elektroiekārtas, mērmaiņu sekundārās ķēdes un spēka kabeļi un uzmavas līdz 1 kV

7.18.1. Kontakti un kontaktsavienojumi

7.18.1.1. Termogrāfiskās pārbaudes veic spēka ķēdēm, mērmaiņu ārējām sekundārām ķēdēm, līdzsprieguma un 0,4 kV sadalnēs un tiem pievienotiem komutācijas aparātiem, transformatoriem, drošinātājiem, taisngriežiem, garantētās barošanas iekārtām, akumulatoru bateriju ķēdēm, kabeļiem utt.

7.18.1.2. Pieļaujami temperatūrai komutācijas aparātu kontaktiem nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 2. p. norādītās vērtības, bet kontaktsavienojumiem – 3.1. tabulas 4. p. un 5. p. norādītās vērtības.

7.18.2. Kabeļu ar spriegumu līdz 1 kV tehniskā stāvokļa noteikšana

7.18.2.1. Pieļaujamai temperatūrai kabeļu strāvu vadošām dzīslām atkarībā no kabeļa markas, kas izmērīta to pievienojuma vietās pie komutācijas aparātiem, nevajadzētu pārsniegt 3.1. tabulas 11. p. norādītās vērtības.

7.19. Saules paneļu ietaises

7.19.1. Ar termogrāfisko pārbaudi ir iespējams noteikt saules paneļus, to virknes un virkņu kopas, kas neģenerē elektroenerģiju vai kurām nav pievienojumu, vai kuru fotoelektriskie moduļi un to starpsavienojumi ir bojāti, jo to temperatūra būs ievērojami atšķirīga no blakus esošo saules paneļu temperatūras.

7.19.2. Jāpievērš uzmanība saules paneļu virsmu vienmērīgai silšanai, kontaktsavienojumiem starp saules paneļiem un virkņu savienojumiem sadalnēs, ja to pieļauj konstruktīvais izpildījums. Lokālas silšanas punkti uz saules paneļiem liecina

par saules paneļa fotoelektrisko moduļu defektiem. Vadu savienojumiem starp saules paneļiem nevajadzētu būt ievērojami karstākiem par pašu vadu.

7.19.3. Saules paneļu termogrāfiskās pārbaudes ieteicams veikt pēc saules paneļu tīrīšanas, skaidros laikapstākļos, vēlams maksimālas ģenerācijas laikā un pie vēja ātruma, kas nepārsniedz 8 m/s.

7.19.4. Termisko attēlu var uzņemt no abām saules paneļa pusēm, vai izvēloties pusi, kurā var iegūt kvalitatīvāku termisko attēlu. Veicot termogrāfisko pārbaudi, saules paneļu virsmu nedrīkst noēnot.

7.19.5. Saules paneļa vidējā temperatūra ievērojami svārstās saules starojuma, vēja ātruma un apkārtējās vides temperatūras ietekmē, tāpēc svarīga ir temperatūras starpība starp karstāko punktu temperatūru un pārējā saules paneļa virsmas temperatūru.

7.20. Kabeļu elektrolīnijas ar spriegumu virs 1 kV

7.20.1. Kabeļa elektrolīnijas gala apdaru, savienojuma uzdevu un kabeļa izolācijas virsmu temperatūras sadalījumam jābūt vienmērīgam un nedrīkst atšķirties starp fāzēm.

7.20.2. Kabeļa izolācijas virsmas pieļaujamā temperatūra nedrīkst pārsniegt 3.1. tabulas 11.p. norādītās vērtības.

7.20.3. Pēc nepieciešamības, viendzīslu kabeļiem ar ekrānu jānosaka fāžu un ekrānejošās dzīslas kontaktsavienojumu temperatūra.

1. pielikums

Protokola, atskaites, akta minimālais iekļaujamās informācijas apjoms

1. Pārbaudes protokolā, atskaitē vai aktā jāiekļauj šāda informācija:

- 1.1. informācija par pārbaudāmo objektu, tā raksturojums, atrašanās vietas adrese vai atrašanās vietas apraksts;
- 1.2. mērījumu pasūtītāja fiziskās vai juridiskās personas nosaukums;
- 1.3. mērījumu veicēja fiziskās vai juridiskās personas nosaukums;
- 1.4. mērījuma protokola numurs, darbu izpildes datums;
- 1.5. termisko un vizuālo attēlu;
- 1.6. pārbaudāmā objekta operatīvais apzīmējums vai cits identifikators;
- 1.7. pārbaudāmā objekta defekta vieta (ja tiek konstatēts defekts);
- 1.8. elektroiekārtas nominālais spriegums;
- 1.9. pārbaudāmā objekta slodze mērījuma laikā (ja to pieļauj konstruktīvais izpildījums);
- 1.10. attālums līdz pārbaudāmajam objektam;
- 1.11. termovizora objektīva leņķis;
- 1.12. apkārtējās vides temperatūra un vēja ātrums;
- 1.13. virsmas emisijas koeficients;
- 1.14. temperatūra pārbaudāmā objekta silšanas (norādītājā) vietā;
- 1.15. pārbaudes slēdziens;
- 1.16. citi pārbaudi ietekmējoši faktori, ja tādi ir;
- 1.17. pielietojamā termovizora dati (piemēram, ražotājs, marka, metroloģiskās pārbaudes datums u.c.);
- 1.18. mērījuma veicēja vārds, uzvārds, amats, mērījumu veikšanas datums un mērījuma veicēja paraksts.

Piezīme: Ja pārbaudes protokols, atskaite vai akts tiek reģistrēts elektroniskā sistēmā vai komercsabiedrībā tiek uzglabāts elektroniski, tad mērījuma veicējam ir jābūt identificējamam, un paraksts nav nepieciešams.