



LATVIJAS

ENERGOSTANDARTS

LEK

035

Otrais izdevums

2022

RELEJAIZSARDZĪBAS UN AUTOMĀTIKAS IERĪKOŠANAS UN LIETOŠANAS NOTEIKUMI

© AS "Latvenergo" teksts, 2022

© LEEA Standartizācijas centra "Latvijas Elektrotehnikas komiteja" noformējums, makets, 2022

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. 226
Datums: 05.07.2022.
LEK 035
LATVIJAS ENERGOSTANDARTS

Anotācija

Energostandarts attiecināms uz jaunizbūvējamām, pārbūvējamām un lietošanā esošām 0,4 kV – 330 kV elektroietaišu releja aizsardzībām (turpmāk visā standartā – aizsardzība) un automātiskām elektroietaisēs, kuru valdītājs noteicis šo energostandartu par saistošu. Pārbūvējamām 0,4 kV – 330 kV elektroietaišu aizsardzībām un automātiskām jāparedz tādas pašas prasības kā jaunizbūvētām 0,4 kV – 330 kV elektroietaišu aizsardzībām un automātiskām.

Energostandarts nosaka aizsardzību un automātiku izvēles principus un galvenās tehniskās prasības to ierīkošanai un lietošanai, lai panāktu aizsardzību un automātiku selektivitāti, ātrdarbīgumu un drošumu, novēršot elektroietaišu bojājumus un elektroietaišu nenormālus darba režīmus.

Energostandartā nav noteiktas prasības ēku iekšējās elektroinstalācijas aizsargierīcēm.

Energostandarts apstiprināts Latvijas Elektrotehnikas komitejā.

www.latvenergo.lv

Satura rādītājs

1. Vispārīgie nosacījumi.....	5
1.1. Normatīvās atsauces.....	5
1.2. Energostandartā lietotie saīsinājumi.....	5
1.3. Terminu.....	6
2. Elektrotīklu ar spriegumu līdz 1 kV aizsardzība.....	10
2.1. Prasības aizsargierīcēm	10
2.2. Aizsardzības izvēle	11
2.3. Aizsargierīču uzstādīšanas vietas.....	14
3. Elektrotīklu ar spriegumu virs 1 kV un elektroiekārtu aizsardzība	15
3.1. Vispārīgās prasības	15
3.2. Sinhrono ģeneratoru un kompensatoru, bloku sinhronais ģenerators- transformators un bloku sinhronais kompensators-transformators aizsardzības....	28
3.3. Asinhrono ģeneratoru un bloku asinhronais ģenerators-transformators aizsardzības.....	45
3.4. Aizsardzība transformatoriem un autotransformatoriem ar augstākā sprieguma tīnumu 6 kV un lielāku	47
3.5. Gaisvadu un kabeļu elektrolīniju aizsardzības 6 kV – 20 kV elektrotīklos....	57
3.6. 110 kV un 330 kV elektrolīniju aizsardzības.....	61
3.7. Kopņu, apejas slēdžu, kopņu sajūgslēdžu un sekcijslēdžu aizsardzības.....	70
3.8. 330 kV un 10 kV šuntētājreaktori	72
3.9. Kondensatoru bateriju aizsardzība	76
3.10. Tieši pieslēgto elektrotīklam asinhrono un sinhrono elektrodzinēju ar spriegumu virs 1 kV aizsardzība.....	80
3.11. Elektrodzinēju ar frekvences pārveidotāju aizsardzība pieslēgšanas vietā elektrotīklam.....	90
3.12. Asinhrono un sinhrono elektrodzinēju ar spriegumu līdz 1 kV aizsardzība .	93
3.13. Līdzstrāvas elektrodzinēju ar spriegumu līdz 1 kV aizsardzība.....	100
4. Automātika	102
4.1. Vispārīgās prasības	102
4.2. Automātiskā atkalieslēgšana.....	103
4.3. Automātiskā rezerves ieslēgšana.....	110
4.4. Ģeneratoru un citas elektroiekārtas ieslēgšana ar sinhronizāciju.....	112
4.5. Ierosmes, sprieguma un reaktīvās jaudas automātiskā regulēšana.....	113
4.6. Frekvences un aktīvās jaudas automātiskā regulēšana.....	114
4.7. Automātiskā stabilitātes traucējumu novēršana	115

4.8. Automātiskā asinhronā režīma novēršana un pārtraukšana.....	117
4.9. Automātiskā frekvences pazemināšanās ierobežošana	117
4.10. Automātiskā frekvences paaugstināšanās ierobežošana.....	120
4.11. Automātiskā sprieguma pazemināšanās ierobežošana.....	121
4.12. Automātiskā sprieguma paaugstināšanās ierobežošana pārvades sistēmā..	124
4.13. Automātiskā elektroiekārtas strāvas pārslodzes novēršana	124
5. Sekundārās ķēdes.....	125
6. Elektrisko lielumu un parametru mērīšana, datu iegūšana un objektu vadība.....	130
6.1. Vispārīgās prasības	130
6.2. Elektriskie mērījumi.....	130
6.3. Objekta elementu parametru mērīšana un datu iegūšana	131
6.4. Objektu vadība.....	135
6.5. Izolācijas kontrole.....	136
6.6. Sinhronizācijas mērījumi.....	136
6.7. Traucējumu procesu elektrisko parametru reģistrācija	137

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 sniegtas atsauces un izmantoti šādi normatīvie dokumenti:

Eiropas Savienības tiesību akti

KOMISIJAS REGULA (ES) 2016/631, ar ko izveido tīkla kodeksu par ģeneratoriem piemērojamajām tīkla pieslēguma prasībām

Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas padomes lēmums

Nr.1/4 "Tīkla kodekss elektroenerģijas nozarē".

Latvijas standarti

LVS EN 60871-1 "Šuntkondensatori maiņstrāvas energosistēmām ar nominālo spriegumu virs 1000 V. 1.daļa: Vispārīgi (IEC 60871-1:2014)";

LVS EN 61869-2 "Mērmaiņi. 2. daļa: Papildprasības strāvmaiņiem (IEC 61869-2:2012)".

Latvijas energostandarti

LEK 002 "Energoietaišu tehniskā ekspluatācija";

LEK 049 "Galvenās tehniskās prasības kabeļu elektrolīnijām ar spriegumu 0,4 – 20 kV";

LEK 136 "Vidsprieguma tīkla neitrāles darba režīmi (izolēta, kompensēta un mazrezistīvi zemēta neitrāle)".

Starptautiskie standarti un normatīvi

IEC 61869 "Instrument transformers" sērijas standarti;

IEEE C37.2 "IEEE Standard Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms, and Contact Designations";

IEEE C37.99 "IEEE Guide for the Protection of Shunt Capacitor Banks".

1.2. Energostandartā lietotie saīsinājumi

AAF – automātiskā atslodze pēc frekvences;

AAI – automātiskā atkalieslēgšana;

AAIF – automātiskā atkalieslēgšana pēc frekvences atjaunošanās;
AAISP – automātiskā atkalieslēgšana pēc sprieguma atjaunošanās;
AASP – automātiskā atslodze pēc sprieguma;
ARI – automātiskā rezerves ieslēgšana;
DA – distantaizsardzība;
DVS – dispečervadības sistēma;
EDS – elektrodzinējspēks;
GDA – garendiferenciālā aizsardzība;
GPS – globālā pozicionēšanas sistēma;
I_n – nominālā strāva;
KDA – kopņu diferenciālā aizsardzība;
MSA – maksimālstrāvas aizsardzība;
NFA – nepilnfāžu režīma aizsardzība;
PSO – pārvades sistēmas operators;
RAA – relejaizsardzība un automātika;
RZS – regulēšana zem slodzes;
SBA – slēdža bojājuma aizsardzība;
SSO – sadales sistēmas operators;
TAAI – trīsfāžu automātiskā atkalieslēgšana;
U_n – elektrotīkla nominālais spriegums;
VAAI – vienfāzes automātiskā atkalieslēgšana;
ZSA – zemesslēguma strāvas aizsardzība.

1.3. Termini

1.3.1.

absolūtās selektivitātes aizsardzība

aizsardzība, kuras darbība un posma selektivitāte ir atkarīga no elektrisko lielumu vērtību salīdzināšanas aizsargājamā posma galos.

1.3.2.

aizsardzības paātrinājums

aizsardzības ar laika aizturi vai speciāli paredzētas aizsardzības zonas, pakāpes darbība bez laika aiztures vai ar noteiktu minimāli pieļaujamu laika aizturi iepriekš noteiktās situācijās, ko panāk ar šim nolūkam paredzētām paātrinājuma ķēdēm, piemēram, ieslēdzot jaudas slēdzi uz īsslēgumu, saņemot atļāvējssignālu no elektrolīnijas pretējā gala vai nesaņemot bloķētājsignālu no elektrolīnijas pretējā gala u.c.

1.3.3. aizsargslēdzis

komutācijas aparāts ar spriegumu līdz 1 kV ar iebūvētām aizsardzībām, kas bojājuma gadījumā aizsargājamā elektrotīklā automātiski atslēdz aizsargājamo elektrisko ķēdi.

1.3.4. automātiskā atkalieslēgšana

jaudas slēdža automātiska ieslēgšana pēc neilgas (parasti dažas sekundes) elektrotīkla bojājuma izraisītas atslēguma pauzes, sagaidot, ka strāvas pārtraukuma laikā bojājums būs pašnovērsies (izzudis).

1.3.5. automātiskā rezerves ieslēgšana

darbība, kas paredzēta noteikta elementa, kurš normāli atrodas atslēgtā stāvoklī, automātiskai ieslēgšanai, lai padotu (atjaunotu) spriegumu pēc cita ar to saistīta elementa atslēgšanās no aizsardzības vai automātikas.

1.3.6. blakus elementi

citi, ar aizsargājamo posmu elektriski tieši (bez transformācijas) saistītie elementi.

Piezīme: Piemēram, elektrolīnijai tās būs saistītās elektroiekārtas visos elektrolīnijas galos.

1.3.7. elektroenerģijas parka modulis

elektroenerģiju ražojoša vienība vai šādu vienību kopums, kas darbojas ar atšķirīgu no elektroenerģijas sistēmas frekvenci un frekvences pārveidošanai izmanto spēka elektroniku, kas pieslēgts vienā pieslēgšanas punktā pārvades elektrotīklam vai sadales elektrotīklam, vai augstsprieguma līdzstrāvas (HVDC) elektrotīklam.

1.3.8. elektroenerģijas ražošanas modulis

elektroenerģijas ražošanas modulis ir vai nu sinhrons elektroenerģijas ražošanas modulis, vai elektroenerģijas parka modulis.

1.3.9. ģenerators darbība izolētā režīmā

ģenerators darbojas ar sabalansētu slodzi, bez elektriskas saites ar elektroenerģijas sistēmu.

1.3.10. izolēts režīms

režīms, kurā darbojas elektrotīkls vai elektrotīkla daļa, kas izolēta pēc atslēgšanas no starpsavienotām elektroenerģijas sistēmām, un kurā darbojas vismaz viens elektroenerģijas ražošanas modulis vai augstsprieguma līdzstrāvas (HVDC) sistēma, kas piegādā elektroenerģiju, regulē frekvenci un spriegumu šim elektrotīklam.

1.3.11. nozīmīgs elektrodzinējs

elektrodzinējs, kura darbības traucējumi var novest pie pamata tehnoloģiskā procesa pārtraukšanas.

1.3.12. pamataizsardzība

aizsardzība, kura, kā sagaidāms, pirmā atslēgs bojājumu vai pārtrauks nenormālu darba režīmu aizsargājamā posmā.

Piezīme: Atsevišķam elektroenerģijas sistēmas elementam var būt divas un vairākas pamataizsardzības.

1.3.13. pašpatēriņa režīms

režīms, kurā elektroenerģijas ražošanas ietaise turpina piegādāt elektroenerģiju savai pašpatēriņa slodzei, ja elektrotīkla traucējuma gadījumā elektroenerģijas ražošanas moduļus atvieno no pārvades vai sadales elektrotīkla un, ja nepieciešams, pašpatēriņa slodzi pārslēdz uz palīgbarošanas avotiem.

1.3.14. pārvades elektrotīkls

elektroenerģijas sistēmas daļa ar spriegumu 110 kV un 330 kV, kas pārvada elektroenerģiju un sastāv no savstarpēji savienotām elektropārvades līnijām, sadalietaisēm un transformatoru apakšstacijām.

1.3.15. relatīvas selektivitātes aizsardzība

aizsardzība, kuras darbība un posma selektivitāte atkarīga no releju izmēritajām elektrisko lielumu vērtībām vienā aizsargājamā posma galā, vai atkarīga no loģisko signālu apmaiņas starp posma galiem.

1.3.16. rezerves aizsardzība

aizsardzība, kurai jānostrādā, ja bojājums noteiktā laikā nav atslēgts pamataizsardzības vai citas aizsardzības atteices, darbnespējas vai jaudas slēdža atteices dēļ.

1.3.17. robežstrāva

strāvas vērtība, kas nosaka ar strāvu saistīta procesa raksturīgu punktu, piemēram, strāvas vērtība, kuras sasniegšana izraisa aizsargierīces vai tās iekšējās funkcijas darbības sākumu.

1.3.18. sadales elektrotīkls

elektroenerģijas sistēmas daļa ar spriegumu 110 kV un mazāku, kas sadala elektroenerģiju un sastāv no savstarpēji savienotām elektrolīnijām, sadalietaisēm un transformatoru apakšstacijām.

1.3.19.**sinhrons elektroenerģijas ražošanas modulis**

nedalāms iekārtu kopums, ar ko var ražot elektroenerģiju tā, lai attiecība starp ģenerētā sprieguma frekvenci un elektrotīkla sprieguma frekvenci ir nemainīga.

1.3.20.**slēdža bojājuma aizsardzība**

aizsardzība, kas viena jaudas slēdža atteices gadījumā novērš elektroenerģijas sistēmas bojājumu, atslēdzot vienu vai vairākus citus jaudas slēdžus. Slēdža bojājuma aizsardzība veic aizsardzības tuvās rezervēšanas funkciju.

1.3.21.**tālā rezerves aizsargzona, pakāpe**

aizsardzības zona vai pakāpe, kura paredzēta darbībai pie īsslēguma blakus aizsargposmā, ja ir notikusi blakus aizsargposma aizsardzības, kura netiek rezervēta ar citu aizsargposma aizsardzību, atteice, vai arī blakus aizsargposmā netiek izmantota slēdža bojājuma aizsardzība un ir notikusi jaudas slēdža atteice, vai blakus aizsargposmā ir notikusi slēdža bojājuma aizsardzības atteice.

1.3.22.**tālā rezervēšana**

aizsardzības tālās rezerves aizsargzonas darbība pie īsslēgumiem blakus aizsargposmos.

1.3.23.**tuvā rezerves aizsargzona, pakāpe**

aizsardzības zona vai pakāpe, kura paredzēta darbībai pie īsslēguma aizsargposmā, ja ir notikusi aizsargposma pamataizsardzības vai jaudas slēdža atteice.

1.3.24.**tuvā rezervēšana**

aizsardzības tuvās rezerves aizsargzonas darbība pie īsslēgumiem aizsargposmā.

1.3.25.**vairākpakāpju aizsardzība**

attiecināma uz visām aizsardzībām, izņemot DA, kurām ir divas un vairāk nostrādes pakāpes ar atšķirīgiem nostrādes parametriem, piemēram, laika aiztures, strāvas, sprieguma, frekvences u.c.

1.3.26.**vairākzonu aizsardzība**

attiecināma uz DA ar divām un vairākām nostrādes zonām ar atšķirīgiem nostrādes parametriem.

2. Elektrotīklu ar spriegumu līdz 1 kV aizsardzība

2.1. Prasības aizsargierīcēm

2.1.1. Šīs nodaļas prasības attiecas uz elektrotīklu ar spriegumu līdz 1 kV aizsargierīcēm.

2.1.2. Elektrotīklā ar spriegumu līdz 1 kV lietojamās aizsargierīces ir drošinātāji un aizsargslēdži ar iebūvētām aizsardzībām. Ja drošinātāji vai aizsargslēdži iebūvētās aizsardzības nenodrošina ātrdarbību, strāvas jutību un selektivitāti, jālieto papildu aizsardzība prasību izpildei.

2.1.3. Aizsargierīces atslēgtspējai jāatbilst maksimāli iespējamajai īsslēguma strāvai aizsargājamā posma sākumā, ievērojot tās aplēses nosacījumus vai īsslēguma strāvas mērījumu rezultātus:

2.1.3.1. visi avoti, kas vienlaikus piedalās īsslēguma barošanā apskatāmajā punktā, pirms īsslēguma darbojas ar nominālo slodzi;

2.1.3.2. īsslēgums notiek laika momentā, kas nodrošina maksimālo īsslēguma strāvu;

2.1.3.3. visu avotu EDS sakrīt fāzē;

2.1.3.4. aplēses spriegums katrai sprieguma pakāpei ir par 5 % augstāks par nominālo;

2.1.3.5. jāņem vērā būtiska ietekme uz īsslēguma strāvu no sinhroniem ģeneratoriem ar tieši elektrotīklam pieslēgtu statoru (bez pusvadītāju pārveidotāja), sinhroniem kompensatoriem un sinhroniem elektrodzinējiem. To ietekme uz īsslēguma strāvas lielumu ir neliela un nav ņemama vērā, ja strāva no tiem plūst uz īsslēguma vietu caur tiem pašiem elementiem ar ievērojamu pretestību (līnijām, transformatoriem u.c.), caur kuriem plūst īsslēguma pamatstrāva no elektrotīkla;

2.1.3.6. nosakot visu elementu un kontaktsavienojumu aplēses pretestības, jāņem vērā elementu aktīvās un induktīvās sastāvdaļas. Ir pieļaujams ņemt vērā tikai vienu no sastāvdaļām, ja kopējā aplēses pretestība neizmainās vairāk par 10 %;

2.1.3.7. ja elektrotīkls ar spriegumu līdz 1 kV barojas no pazeminoša transformatora, tad transformatoram pievadītais augstspriegums ir nemainīgs un vienāds ar transformatora nominālo spriegumu.

2.1.4. Elektrotīkla posmu aizsargājošo drošinātāju kustošo ieliktnu nominālās strāvas un aizsargslēdžu iestatījumu strāvas jāizvēlas pēc iespējas minimālas, atbilstoši vienlaicīgās slodzes un īsslēgumu strāvu aplēsēm, bet tā, lai elektroiekārtas netiktu atslēgtas īslaicīgu pārslodžu gadījumā no elektrodzinēju palaidēs strāvām, īslaicīgas tehnoloģiskas pārslodzes u.c.

2.1.5. Ieskrūvējamie aizsargslēdži un drošinātāji elektrotīklam jāpievieno tā, lai, izskrūvējot tos, vītnes patrona nebūtu pieslēgta spriegumam. Ja ir vienpusēja barošana, barojošās puses vads vai kabeļa dzīsla jāpievieno aizsargslēdža vai drošinātāja nekustīgajam kontaktam.

2.1.6. Katram aizsargslēdzim un drošinātājam ar kustošiem ieliktniem jābūt uzrakstam, kurā norādīts operatīvais apzīmējums, tips un nominālā strāva.

2.2. Aizsardzības izvēle

2.2.1. Elektrotīkli jāaprīko ar selektīvām aizsardzībām, kuras atslēdz īsslēgumu strāvas un nodrošina pēc iespējas minimālu atslēgšanas laiku.

Aizsardzībai jānodrošina bojātā posma atslēgšana arī tad, ja īsslēgums ir aizsargājamā posma vistālākajā punktā (ar maksimālo pretestību līdz šim punktam). Elektrotīklos ar cieši zemētu neitrāli bojātā posma atslēgšana jānodrošina pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi, divfāžu īsslēgumiem, divfāžu īsslēgumiem uz zemi un trīsfāžu īsslēgumiem, bet elektrotīklos ar izolētu neitrāli – pie divfāžu un trīsfāžu īsslēgumiem.

Veicot aizsardzības parametru aplēses, jāņem vērā kabeļa termiskā noturība īsslēgumu režīmos. Ja aizsardzības nostrādes parametri nenodrošina kabeļa ar izvēlēto šķērsriezumu termisko noturību, tad jāizvēlas cits kabeļa šķērsriezums.

Pamatojot ar aplēsēm, var izmantot aizsargslēdžus ar regulējamu atkarīgu nostrādes raksturlīkni, lai panāktu selektivitāti, strāvas jutības koeficientu un minimālu atslēgšanas laiku.

2.2.2. Fāzes, neitrālvadam, aizsargneitrālvadam un aizsargvadam jāizvēlas tāds šķērsriezums, lai nodrošinātu maksimālo īsslēgumastrāvu starp vadojumu un korpusu, kurš savienots ar zemējumietaisi.

2.1. tabulā norādītas aplēšu minimālās īsslēguma strāvas uz korpusu, neitrālvadu, aizsargneitrālvadu vai aizsargvadu attiecība pret aizsargierīces robežstrāvu, kas garantē drošu bojātā posma atslēgšanu.

2.1. tabula

Aplēšu minimālās īsslēguma strāvas attiecība pret aizsargierīces robežstrāvu

Aizsargierīces robežstrāvas parametrs	Aplēses minimālās īsslēguma strāvas attiecība pret aizsargierīces robežstrāvu	
	Zonās bez sprādzienbīstamības	Sprādzienbīstamās zonās
Drošinātāja kustošā ieliktna nominālā strāva	300 %	400 %
Aizsargslēdža ar neregulējamu atkarīgu nostrādes raksturlīkni elektromehāniskā atkabņa nominālā strāva	300 %	600 %
Aizsargslēdža ar regulējamu atkarīgu nostrādes raksturlīkni elektromehāniskā atkabņa robežstrāvas iestatījums	300 %	600 %
Aizsargslēdža ar nominālo strāvu līdz 100 A momentānās darbības elektromagnētiskā atkabņa strāvas iestatījums	140 %	
Aizsargslēdža ar nominālo strāvu virs 100 A momentānās darbības elektromagnētiskā atkabņa strāvas iestatījums	125 %	

2.1. tabulas turpinājums

Aizsargierīces robežstrāvas parametrs	Aplēses minimālās īsslēguma strāvas attiecība pret aizsargierīces robežstrāvu	
	Zonās bez sprādzienbīstamības	Zonās bez sprādzienbīstamības
Elektromehāniskā strāvas releja ar neatkarīgu nostrādes raksturlielni nostrādes strāva un ar atkarīgu nostrādes raksturlielni robežstrāvas iestatījums	125 %	
Iebūvētas aizsargslēdzī vai ārpus tā digitālas aizsardzības ar neatkarīgu nostrādes raksturlielni nostrādes strāva	125 %	
Iebūvētas aizsargslēdzī vai ārpus tā digitālas aizsardzības ar atkarīgu nostrādes raksturlielni robežstrāvas iestatījums	110 %	

Piezīme 1: Drošinātājam un aizsardzībai ar atkarīgu nostrādes raksturlielni nostrādes laiks jānosaka pēc izvēlētas nostrādes raksturlielnes.

Piezīme 2: Gadījumos, ja īsslēgumos starp vadojumu un korpusu vai neitrāl vadu, aizsargneitrāl vadu vai aizsargvadu aizsargierīces drošu darbību nevar garantēt, jālieto aizsardzība, kas reaģē uz nullsecības strāvu. Aizsardzībai var izmantot aizsargājamā līdz 1 kV pievienojuma nullsecības strāvu (selektīva aizsardzība) vai barojošā transformatora ar cieši zemēti neitrāli neitrāles strāvu (neselektīva aizsardzība, ja zemsprieguma kopnēm pieslēgts vairāk par vienu pievienojumu).

2.2.3. Elektrotīklos, ar aizsardzību tikai pie īsslēgumu strāvām, kur netiek prasīta pārslodzes strāvas aizsardzība, izņemot garus elektrotīklus, pārbaudi saskaņā ar 2.2.2. p. var neveikt, ja ievērots noteikums, ka aizsargierīces robežstrāvas attiecība pret ilgstoši pieļaujamām vadu slodzes strāvām nepārsniedz 2.2. tabulā dotos lielumus.

2.2. tabula

Aizsargierīces aizsardzības pie īsslēgumiem robežstrāvas attiecība pret ilgstoši pieļaujamām vadu slodzes strāvām

Aizsargierīces robežstrāvas parametrs	Aizsargierīces robežstrāvas attiecība pret ilgstoši pieļaujamām vadu slodzes strāvām
Drošinātāja kustošā ieliktna nominālā strāva	300 %
Aizsargslēdža momentānās darbības elektromagnētiska atkabņa strāvas iestatījums	450 %
Aizsargslēdža ar neregulējamu atkarīgu nostrādes raksturlielni elektromehāniska atkabņa nominālā strāva (neatkarīgi no momentānās strāvas aizsardzības esamības)	100 %

2.2. tabulas turpinājums

Aizsargierīces robežstrāvas parametrs	Aizsargierīces robežstrāvas attiecība pret ilgstoši pieļaujamām vadu slodzes strāvām
Aizsargslēdža ar regulējamu atkarīgu nostrādes raksturlielni elektromehāniska atkabņa robežstrāvas iestatījums ⁽¹⁾	125 %
Elektromehāniskā strāvas releja ar neatkarīgu nostrādes raksturlielni nostrādes strāva un ar atkarīgu nostrādes raksturlielni robežstrāvas iestatījums	100 %
Iebūvētas aizsargslēdzī vai ārpus tā digitālas aizsardzības ar neatkarīgu nostrādes raksturlielni nostrādes strāva un ar atkarīgu nostrādes raksturlielni robežstrāvas iestatījums	100 %

Piezīme 1: Aizsargslēdžiem ar momentāno strāvas aizsardzību tās nostrādes strāvas attiecība nav ierobežota.

Piezīme 2: Ar palielinātiem aizsargierīces strāvas iestatījumiem nedrīkst pamatot vadu šķēsgriezuma palielināšanu virs standartos norādītajiem lielumiem.

2.2.4. Pret strāvas pārslodzi ir jāaizsargā visi elektrotīkli ar pieslēgtām elektroietaisēm.

2.2.5. Elektrotīklos aizsardzību pret strāvas pārslodzi (skatīt 2.2.4. p.) jāizvēlas pēc aplēstās ilgstoši pieļaujamās strāvas, ievērojot noteikumu, ka aizsargierīces robežstrāvas (pārslodzes strāvas aizsardzībai) attiecība pret ilgstoši pieļaujamām vadu slodzes strāvām nepārsniedz 2.3. tabulā dotus lielumus.

2.3. tabula

Aizsargierīces pārslodzes strāvas aizsardzības robežstrāvas attiecība pret ilgstoši pieļaujamām vadu slodzes strāvām

Aizsargierīces robežstrāvas parametrs (pārslodzes strāvas aizsardzībai)	Aizsargierīces robežstrāvas attiecība pret ilgstoši pieļaujamām vadu slodzes strāvām
Drošinātāja kustošā ieliktna nominālā strāva vai aizsargslēdža momentānas darbības elektromagnētiska atkabņa iestatījuma strāva – vadiem ar plastmasas izolāciju.	80 %
Drošinātāja kustošā ieliktna nominālā strāva vai aizsargslēdža momentānas darbības elektromagnētiska atkabņa iestatījuma strāva – vadiem ražošanas uzņēmumu telpās, kur nav sprādzienbīstamības.	100 %

2.3. tabulas turpinājums

Aizsargierīces robežstrāvas parametrs (pārslodzes strāvas aizsardzībai)	Aizsargierīces robežstrāvas attiecība pret ilgstoši pieļaujamām vadu slodzes strāvām
Aizsargslēdža ar neregulējamu atkarīgu nostrādes raksturlielni elektromehāniska atkabņa nominālā strāva (neatkarīgi no momentānās strāvas aizsardzības esamības)	100 %
Aizsargslēdža ar regulējamu atkarīgu nostrādes raksturlielni elektromehāniska atkabņa robežstrāvas iestatījums, ja vadi ir ar plastmasas izolāciju	100 %
Elektromehāniskā strāvas releja ar neatkarīgu nostrādes raksturlielni nostrādes strāva un ar atkarīgu nostrādes raksturlielni robežstrāvas iestatījums	125 %
Iebūvētas aizsargslēdzī vai ārpus tā digitālas aizsardzības ar neatkarīgu nostrādes raksturlielni nostrādes strāva un ar atkarīgu nostrādes raksturlielni, robežstrāvas iestatījums	125 %

Piezīme: Aizsargslēdzīem aizsardzības robežstrāvas aplēsēs jāievēro aizsardzības atgriezes koeficients pēc strāvas, kas, piemēram, elektromehāniskai MSA jāpieņem 0,85, bet digitālai MSA jāpieņem 0,95 vai cits lielums atbilstoši ražotāja tehniskajā dokumentācijā norādītajam.

2.2.6. Elektrodzinējiem ar īsslēgtu rotoru nozarojuma vados ilgstoši pieļaujamajai slodzes strāvai jābūt ne mazākai par 100 % no elektrodzinēja nominālās strāvas zonās, kur nav sprādzienbīstamības un ne mazākai par 125 % no elektrodzinēja nominālās strāvas sprādzienbīstamās zonās. Elektrodzinējiem ar īsslēgtu rotoru aizsargierīces robežstrāvas attiecība pret ilgstoši pieļaujamo nozarojuma vados slodzes strāvu nedrīkst pārsniegt 2.2.3. p. norādīto.

2.2.7. Gadījumā, ja ilgstoši pieļaujamā slodzes strāva vados, kas noteikta saskaņā ar 2.2.3. p. un 2.2.5. p. norādījumiem, ir mazāka par standartos norādītajām pieļaujamajām slodzes strāvām, atļauts lietot vadus ar tuvāko mazāko vadu šķērsgrīzumu, bet ne mazāku par to, kāds noteikts, izmantojot aplēses robežstrāvu.

2.3. Aizsargierīču uzstādīšanas vietas

2.3.1. Aizsargierīces jāizvieto apkalpošanai ērti pieejamās vietās, kur nav iespējama to mehāniska bojāšana. Tās jāuzstāda tā, lai, tām darbojoties vai komutējot ar tām, netiktu apdraudēts apkalpojošais personāls vai bojāti tuvumā esoši priekšmeti.

Aizsargierīcēm ar atklātām strāvvadošām daļām jābūt pieejamām apkalpošanai tikai kvalificētam personālam.

2.3.2. Lai nodrošinātu aizsardzības jutību un selektivitāti, aizsargierīces jāuzstāda vietās, kur izmainās vadu šķērsgrīzums, samazinoties elektroenerģijas lietotāja virzienā, vai arī vietās, kur tas nepieciešams (skatīt arī 2.3.3. p. un 2.3.6. p.).

2.3.3. Aizsargierīces jāuzstāda tieši aizsargājamo posmu pievienošanas vietā, kurā pienāk barojošā elektrolīnija. Attālumam no barojošās elektrolīnijas līdz nozarojuma aizsargierīcei ieteicams būt ne lielākam par 10 m. Vadu šķērsgrīzums šajā posmā

drīkst būt mazāks nekā barojošajai elektrolīnijai, bet ne mazāks par vadu šķērsgrīzumam aiz aizsargierīces elektroenerģijas lietotāja virzienā.

2.3.4. Aizsargājot elektrotīklu ar drošinātājiem, tos uzstāda visos normāli nesazemētos polos vai fāzēs. Uzstādīt drošinātājus neitrālvadā aizliegts.

2.3.5. Elektrotīklā ar cieši zemētu neitrāli, ja tā aizsardzībai, tiek izmantoti aizsargslēdži, tiem jāatrodas visos normāli nesazemētos vados.

Aizsargājot elektrotīklu ar izolētu neitrāli, var izmantot aizsargslēdžus ar atkabņiem divās fāzēs trīsfāžu elektrotīklā un aizsargslēdži ar atkabni vienā fāzē divvadu vienfāzes elektrotīklā. Šajā gadījumā vienas elektroietaisies robežās aizsardzība jāveido vienās un tajās pašās fāzēs (polos).

2.3.6. Ja ekspluatācijas apstākļu uzlabošanai ir lietderīgi, aizsargierīces atļauts neuzstādīt šādās vietās:

2.3.6.1. nozarojumiem no slēgiekārtas kopnēm, kas baro šajā pašā slēgiekārtā uzstādītu iekārtu. Nozarojuma vadi jāizvēlas pēc aplēses robežstrāvas;

2.3.6.2. samazinoties barojošās elektrolīnijas un no tās nozarojuma šķērsgrīzumam, ja elektrolīnijas iepriekšējā posma aizsardzība aizsargā posmu ar samazināto šķērsgrīzumu, vai arī, ja neaizsargāta elektrolīnijas posma vai ja nozarojuma vadu šķērsgrīzums nav mazāks par 50 % no elektrolīnijas aizsargāta posma vadu šķērsgrīzuma;

2.3.6.3. mērīšanas, vadības un signalizācijas ķēžu nozarojumiem no barojošās elektrolīnijas, ja šīs ķēdes neiziet ārpus attiecīgās elektroiekārtas ar elektrodzinēju vai paneļa robežām.

3. Elektrotīklu ar spriegumu virs 1 kV un elektroiekārtu aizsardzība

3.1. Vispārīgās prasības

3.1.1. Prasības elektrotīkliem ar spriegumu virs 1 kV, kas aprakstītas šajā nodaļā, attiecas uz elektroenerģijas sistēmu un citu elektroietaišu elementu (ģeneratoru, transformatoru, bloku ģenerators-transformators, autotransformatoru, elektrolīniju, kopņu, sinhrono kompensatoru, elektrodzinēju, šuntētājreaktoru, kondensatoru bateriju u.c. ietaišu) aizsardzības ierīcēm. Elektrotīklu ar spriegumu līdz 1 kV aizsardzības ierīkošanas un lietošanas noteikumus skatīt 2. nodaļā.

3.1.2. Elektroietaisies RAA apjomu nosaka komercsabiedrība (elektroietaisies valdītājs) tehniskajās prasībās un/vai elektroietaisies ražotājs(-i).

3.1.3. Visi elektrotīkla elementi un elektroietaisies jāaprīko ar aizsardzības ierīcēm, kuras:

3.1.3.1. iedarbojoties uz jaudas slēdžiem, atslēdz bojāto elektroietaisi (elementu) no pārējās nebojātās elektroenerģijas sistēmas, ja bojājums tieši neizsauc elektroenerģijas sistēmas darbības traucējumus (piemēram, pie vienfāzes zemesslēgumiem elektrotīklā ar izolētu neitrāli), pieļaujama aizsardzības darbība uz signālu;

3.1.3.2. reaģē uz elektroenerģijas sistēmas elementu bīstamiem bojājumiem, nenormāliem darba režīmiem (piemēram, strāvas pārslodzi, sprieguma

paaugstināšanos vai pazemināšanos utt.), atkarībā no darba režīma un ekspluatācijas nosacījumiem tās darbojas uz signālu vai arī atslēdz tos elementus, kuru atstāšana darbā var izraisīt elektroietaisies bojājumus.

3.1.4. Neietekmējot elektroapgādes drošumu, jaudas slēdžu un aizsardzības vietā var izmantot drošinātājus, ja:

3.1.4.1. tos var izvēlēties ar atbilstošiem parametriem (nominālais spriegums un strāva, maksimālā atslēgšanas strāva, īsslēguma atslēgšanas laiks u.c.);

3.1.4.2. tie nodrošina nepieciešamo selektivitāti un jutību;

3.1.4.3. tie neierobežo automātikas lietošanu (AAI, ARI u.c.), kas saistīta ar elektroietaisies darbības drošumu.

Piezīme: Pieslēdzot elektroenerģijas lietotājus, ir jāņem vērā iespējamais nepilnfāžu režīms un, ja nepieciešams, elektroenerģijas lietotāja elektroietaisie jāaizsargā pret nepilnfāžu režīmu.

3.1.5. Aizsardzības ierīcēm jānodrošina minimāli iespējamais īsslēguma atslēgšanas laiks, lai ierobežotu elektroiekārtas bojājuma apjomu, kā arī nodrošinātu nebojātās elektroenerģijas sistēmas daļas elektroenerģijas lietotāju nepārtrauktu elektroapgādi, elektroenerģijas ražošanas moduļu neatslēgšanos, elektroenerģijas sistēmas un elektroenerģijas lietotāju elektroietaisies darbības stabilitāti, iespēju sekmīgi atjaunot normālu darbību pēc īsslēguma atslēgšanas, asinhrono elektrodzinēju palaišanos, sinhrono elektrodzinēju ievilkšanos sinhronismā u.c.

Aizsardzībām jāparedz darbības paātrinājums, ieslēdzot aizsargājamā elementa jaudas slēdzi uz īsslēgumu. Paātrinātai aizsardzības pakāpei zonai jānodrošina nepieciešamā jutība visos darba režīmos, ievērojot pārejas pretestības īsslēguma vietā, kā arī nodrošinot aizsardzības nenostādi no transformatoru magnetizēšanas un elektrodzinēju palaišanas strāvām.

Lai nodrošinātu aizsardzību darbības paātrinājumu, atsakot virzītām aizsardzībām, papildus jāparedz jutīgas nevirzītas MSA un ZSA pakāpes darbība, automātiski ieslēdzot darbā pakāpes uz ierobežotu laiku jaudas slēdža ieslēgšanas brīdī. Nevirzīta MSA un ZSA pakāpe nodrošina aizsardzību paātrinājuma darbību neatkarīgi no sprieguma ķēžu stāvokļa, īsslēgumam atrodoties virzienā uz priekšu vai aizmuguri. Virzītas aizsardzības atteikumu var izraisīt gan spriegumu ķēžu bojājums, gan gadījums bez spriegumu ķēžu bojājuma, kad atslēgtās elektrolīnijas fāzēs inducējas liels nesimetrisks spriegums no uz vieniem balstiem izbūvētas paralēlās elektrolīnijas ar augstāku spriegumu, kas izraisa spriegumu ķēžu kontroles funkcijas nostādi ar sekojošu virzītas aizsardzības bloķēšanu (skatīt 3.1.13. p. un 4.2.10. p. 2. piezīmi).

3.1.6. Elektroiekārtu aizsardzībai lieto absolūtās selektivitātes aizsardzības un relatīvās selektivitātes aizsardzības.

Kā absolūtās selektivitātes aizsardzību lieto paredzētu konkrētam elektroiekārtas veidam diferenciālo aizsardzību, piemēram, kopnēm – KDA, transformatoram un šuntētājreaktoram – transformatora diferenciālo aizsardzību un transformatora diferenciālo zemesslēguma aizsardzību, elektrolīnijai – GDA. Absolūtās selektivitātes aizsardzība ir ātrdarbīga aizsardzība, un tā darbojas bez iestatītas laika aiztures. Par absolūtās selektivitātes aizsardzību var uzskatīt arī slēgtās sadalietais loka aizsardzību, kas selektīvi darbojas pie īsslēgumiem aizsargājamās elektroiekārtas robežās.

Kā relatīvās selektivitātes aizsardzību lieto vairākzonu virzītu DA, vairākpakāpju virzītu un nevirzītu MSA, vairākpakāpju virzītu un nevirzītu ZSA, vairākpakāpju virzītu un nevirzītu pretējās secības strāvas aizsardzību. Virzītai aizsardzībai jānosaka darbības virziens, piemēram, virziens uz priekšu virzienā uz aizsargājamo pievienojumu, virziens uz aizmuguri virzienā uz kopnēm, kurām pieslēgts aizsargājamais pievienojums.

Pārvades elektrotīklā, ņemot vērā, ka tas ir gredzenveida elektrotīkls ar cieši zemētu neitrāli, kuram pieslēgtas elektrostacijas, jālieto visas šajā punktā norādītās relatīvās selektivitātes aizsardzības. Sadales elektrotīklā jālieto MSA un ZSA, nosakot virzīto pakāpju nepieciešamību ar sadales elektrotīklam pieslēgtām elektrostacijām un elektrotīkla zemēšanas veidu. Ja ar MSA un ZSA tehniski nav iespējams nodrošināt prasīto jutību, selektivitāti un ātrdarbību visos elektrotīkla režīmos, sadales elektrotīklā var lietot arī DA.

Absolūtās selektivitātes aizsardzība bez iestatītas laika aiztures aizsargā elektroiekārtu, kas atrodas zonā starp aizsardzības strāvmaiņiem. Relatīvās selektivitātes aizsardzība aizsargā pievienojumu savā objektā un blakus objekta pievienojumus, atsakot vai atrodoties atslēgtā stāvoklī pievienojuma aizsardzībai vai atsakot pievienojuma jaudas slēdzim. Relatīvās selektivitātes aizsardzības zonai un pakāpei, kas paredzēta darbībai tikai pie bojājuma savā aizsargājamā pievienojumā, jādarbojas bez iestatītas laika aiztures. Relatīvās selektivitātes aizsardzības zonai un pakāpei, kas darbojas pie bojājuma savā aizsargājamā pievienojumā un pie bojājuma blakus objekta pievienojumā, rezervējot tā aizsardzību, jādarbojas ar laika aizturi. Sava objekta pievienojuma relatīvās selektivitātes aizsardzību iestatījumi jāaskaņo ar blakus objekta pievienojumu aizsardzību iestatījumiem selektīvās darbības nodrošināšanai pie bojājuma blakus objekta pievienojumā.

Absolūtās selektivitātes aizsardzība ir sava pievienojuma pamataizsardzība. Relatīvās selektivitātes aizsardzība ir sava pievienojuma pamataizsardzība, ja pievienojumam nav absolūtās selektivitātes aizsardzības. Relatīvās selektivitātes aizsardzība ir sava pievienojuma rezerves aizsardzība, ja pievienojumam ir absolūtās selektivitātes aizsardzība.

Relatīvās selektivitātes aizsardzībai jārezervē blakus objekta pievienojumu absolūtās selektivitātes aizsardzības un relatīvās selektivitātes aizsardzības, ja ir noticis blakus objekta pievienojuma aizsardzību atteikums, vai ir atteicis pievienojuma jaudas slēdzis, vai pievienojuma aizsardzības ir atslēgtas pārbaudei.

Aizsardzība, kas paredzēta bojājuma atslēgšanai, ja atsaka aizsardzības vai jaudas slēdzis savā objektā, nodrošina sava objekta aizsardzības tuvo rezervēšanu. Aizsardzība, kas paredzēta bojājuma atslēgšanai pie aizsardzības vai jaudas slēdža atteikuma blakus objektā, nodrošina blakus objekta aizsardzības tālo rezervēšanu.

Aizsardzību tuvo rezervēšanu nodrošina arī tāda rezerves aizsardzība kā SBA. Jaudas slēdža atteikuma gadījumā SBA nodrošina bojājuma atslēgšanu ar mazāku laiku, salīdzinot ar tālās rezervēšanas aizsardzību darbības laiku blakus objektos.

Relatīvās aizsardzības darbību iespējams paātrināt pie bojājuma savā pievienojumā, izmantojot dažādus tehniskus risinājumus. Piemēram, izveidojot aizsardzības jutīgas zonas un pakāpes paātrinājumu uz fiksētu laiku pie jaudas slēdža ieslēgšanas (skatīt 3.1.5. p.), izveidojot aizsardzības pakāpes paātrinājuma loģiku ar bloķētājsignālu no sava objekta citu pievienojumu aizsardzībām (skatīt 3.4.27.2. p., 3.4.27.3. p. un 3.7.2.2. p.), izveidojot pievienojuma aizsardzības jutīgas zonas un paātrinājumu ar

saņemtu pa elektroniskiem sakariem atļāvējssignālu vai bloķētājsignālu no blakus objekta šī paša pievienojuma aizsardzības jutīgas zonas un pakāpes (skatīt 3.6.27. p.).

3.1.7. Katram elektroietaisē elementam jāparedz pamataizsardzība.

Ja elementa pamataizsardzības un rezerves aizsardzības darbojas kā pamataizsardzības, darbības laiku nosaka, ievērojot 3.1.5. p. prasības, kā arī:

3.1.7.1. elektroenerģijas ražošanas moduļu dinamiskās stabilitātes kritēriju nodrošinājuma prasības;

3.1.7.2. aizsargājamā elementa termiskās noturības prasības;

3.1.7.3. savstarpējās selektivitātes prasības attiecībā uz blakus elementu aizsardzībām;

3.1.7.4. elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes drošuma prasības, kas saistītas ar tehnoloģiskā procesa nepārtrauktības nodrošinājumu;

3.1.7.5. elektroenerģijas ražošanas moduļu dinamiskās stabilitātes nodrošinājumam un elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes tehnoloģiskā procesa nepārtrauktības nodrošinājumam viena no vispārīgām prasībām ir atslēgt bez laika aiztures ar pievienojuma pamataizsardzību īsslēgumu, kas izraisa tiešās secības sprieguma pazemināšanos uz apakšstaciju 110 kV vai 330 kV kopnēm zemāk par $0,6 U_n$. Ja atsaka pievienojuma 110 kV, 330 kV jaudas slēdzis, jādarbojas rezerves aizsardzībai SBA, nodrošinot īsslēguma atslēgšanu ar pilnu atslēgšanas laiku, kas nepārsniedz 250 ms.

Piezīme: Ja nav pieļaujama laika aizture bojātā elektroietaisē elementa atslēgšanai, ir jāparedz absolūtās selektivitātes aizsardzība un kā rezerves aizsardzība – relatīvās selektivitātes aizsardzība ar paātrinājumu. Jānodrošina aizsardzības ar paātrinājumu iespējami minimāls darbības laiks, kas nepieciešams paātrinājuma atļaujoša, bloķējoša signāla saņemšanai no citas aizsardzības.

3.1.8. Aizsardzībai, kas darbojas uz atslēgšanu, jānodrošina tās selektīva darbība, atslēdzot tikai bojāto elementu.

Neselektīva aizsardzības darbība atsevišķos gadījumos ir pieļaujama, labojot tās nepareizu darbību ar AAI vai ARI, kā arī ar elektrotīkla sadalīšanu paredzētās vietās, izmantojot dalīšanas automātikas pēc sprieguma pazemināšanās ar sekojošu atslēgušos elementu AAI, ja:

3.1.8.1. pieprasīta paātrināta bojājuma atslēgšana (skatīt 3.1.5. p. un 3.1.7. p.);

3.1.8.2. gadījumos, kas aprakstīti 3.1.19.5. p. un 3.1.19.6. p.

3.1.9. Atļauts lietot aizsardzību ar laika aizturi, ja tā nodrošina selektīvu darbību un tiek panākta 3.1.5. p. un 3.1.7. p. prasību izpilde, vai aizsardzība darbojas kā rezerves aizsardzība (skatīt 3.1.16. p. un 3.1.17. p.).

3.1.10. Aizsardzības darbības drošumu (nostrādi, parādoties nostrādes nosacījumam, un nenostādi, ja nostrādes nosacījuma nav) panāk, izvēloties atbilstošus aizsardzības darbības principus un nostrādes parametrus, lietojot aizsardzību un to shēmu elementu rezervēšanu.

3.1.11. Lai novērstu aizsardzības ar laika aizturi atteici, pakāpeniski samazinoties īsslēguma strāvai laika intervālā, ko izsauc sinhrono ģeneratoru pretestības izmaiņa, leņķa izmaiņa starp ekvivalentiem EDS, elektriskā loka pretestības izmaiņas īsslēguma

vietā u.c., katrā konkrētajā situācijā jānovērtē nepieciešamība un iespēja nodrošināt aizsardzības darbību pie mazākām strāvām vai lielākām pretestībām, salīdzinot ar sākuma strāvām vai pretestībām.

3.1.12. Jāparedz funkcija, kas bloķē DA nostrādi, sākoties jaudas svārstībām vai asinhronai gaitai starp ekvivalentiem EDS, ja šādi procesi aizsardzības uzstādīšanas vietā ir iespējami.

DA bloķēšanu jaudas svārstību vai asinhronās gaitas laikā starp ekvivalentiem EDS var neveikt, ja aizsardzības nostrāde ir pieļaujama, lai pārtrauktu šo procesu, kā arī aizsardzības zonām ar laika aizturi, lielāku par 1,5 s.

3.1.13. Ja aizsardzības darbībai ir paredzētas sprieguma ķēdes, tad to kontrolei (skatīt arī 4.2.10. p. 2. piezīmi un 5.28. p.) jāparedz funkcija, kas:

3.1.13.1. automātiski bloķē aizsardzības darbību, vienlaikus iedarbinot arī signalizāciju, ar noteikumu, ka sprieguma ķēdēs atslēgušies aizsargslēdži vai izdeguši drošinātāji, vai parādījušies citi bojājumi, kas var izsaukt aizsardzības nepareizu nostrādi normālā darba režīmā;

3.1.13.2. iedarbina signalizāciju, ja sprieguma ķēdēs parādījušies bojājumi, kas nevar izsaukt aizsardzības nepareizu nostrādi normālā darba režīmā, bet var to izsaukt citā režīmā, piemēram, pie īsslēguma ārpus aizsardzības darbības zonas. Ja šādos gadījumos nav pieļaujama aizsardzības nepareiza nostrāde, tad papildus signalizācijai aizsardzības darbība automātiski jābloķē.

3.1.14. RAA nostrāde uz jaudas slēdža atslēgšanu un citas darbības jāfiksē ar digitālo releju notikumu un traucējumu procesu reģistratoriem, ar relejos iebūvētām gaismas diodēm un displejiem, ar signalizācijas ierīcēm, ar vadības sistēmām tādā apmērā, kāds nepieciešams, lai varētu pareizi noteikt aizsardzību darbību un tās nostrādes laiku, veikt to uzskaiti un analīzi.

Signāli par RAA ierīču bojājumiem, traucējumiem jāfiksē ar digitālo releju notikumu un traucējumu procesu reģistratoriem, ar relejos iebūvētām gaismas diodēm un displejiem, ar signalizācijas ierīcēm, ar vadības sistēmām tādā apmērā, kāds nepieciešams analīzes veikšanai un lēmuma pieņemšanai tālākām rīcībām.

3.1.15. Lai nodrošinātu tuvo rezervēšanu, elektroietais elementa jaudas slēdža atteices gadījumā, jāparedz SBA.

SBA jāpalaižas no aizsardzības, iedarbojoties uz kontrolējamā jaudas slēdža atslēgšanu. Kopš palaišanas SBA "atceras" aizsardzības iedarbi, tālāk nekontrolējot šīs iedarbes stāvokli, un turpina atrasties palaistā stāvoklī, kamēr kontrolējamā jaudas slēdzī plūst strāva. Ja aizsardzības iedarbība atslēdz trīsfāžu jaudas slēdzi, SBA kontrolē strāvas plūsmu katrā jaudas slēdža fāzē. Ja 330 kV elektrolīnijām iedarbe no aizsardzības bija uz elektrolīnijas jaudas slēdža vienas fāzes atslēgšanu, SBA kontrolē strāvas plūsmu tikai šajā vienā jaudas slēdža fāzē. Pēc laika aiztures, kuras iestatījums jāparedz ne lielāks par 30 ms, SBA iedarbojas uz kontrolējamā jaudas slēdža atslēgšanu. Tā ir tā saucamā SBA atkārtota iedarbe uz kontrolējamā jaudas slēdža atslēgšanu, kas atkārtoti aizsardzības, no kuras SBA palaidās, iedarbi. Ja pēc nostrādes laika 150 ms – 200 ms strāva kontrolējamā jaudas slēdzī turpina plūst, SBA secina, ka jaudas slēdzis ir atteicis. Jaudas slēdža atteikums izsauc SBA galvenās iedarbes nostrādi. SBA galvenā iedarbe atslēdz blakus jaudas slēdžus apjomā, kas nepieciešams, lai pārtrauktu strāvas padevi uz bojāto elektroietais elementu. Piemēram, SBA galvenā iedarbe: atslēdz pārējos

kopnēm ar atteikušo slēdzi pieslēgtus jaudas slēdžus, atslēdz transformatora ar atteikušo jaudas slēdzi pārējos jaudas slēdžus, elektrolīnijai ar atteikušo jaudas slēdzi ar tālatslēgšanas komandas palīdzību atslēdz elektrolīniju no pretējā gala, ja tajā ir elektrobarošanas avots. SBA strāvas elementa nostrādes strāva jāizvēlas pēc iespējas zemāka, lai nodrošinātu SBA darbību pat pie minimālām īsslēguma strāvām, tai skaitā pie kaskādveida īsslēguma atslēgšanās, kad strāva jaudas slēdzī var pakāpeniski samazināties. Jāparedz tikai trīsfāžu SBA iedarbe uz blakus jaudas slēdžu atslēgšanu. SBA vienmēr jādarbojas uz jaudas slēdžu abām atslēgšanas spolēm, ja jaudas slēdzim ir divas atslēgšanas spoles.

Visiem 110 kV un 330 kV jaudas slēdžiem jāparedz SBA ar galvenās iedarbes nostrādes laiku, ne lielāku par 150 ms.

Jaunizbūvējamās un pārbūvējamās elektroietaisēs ar spriegumu virs 1 kV līdz 35 kV SBA ir jāparedz tādos gadījumos, ja iespējams nodrošināt tās darbību uz blakus jaudas slēdžu atslēgšanu, caur kuriem plūst īsslēguma strāva uz bojāto elektroietaisē elementu. Šādās elektroietaisēs SBA galvenās iedarbes nostrādes laika diapazons ir 150 ms – 200 ms.

Nepārbūvētās 110 kV elektroietaisēs SBA var neparedzēt tad, ja ievēroti šādi nosacījumi:

3.1.15.1. elektroietasei šajā objektā nav transformatora saites ar 330 kV elektroietasi;

3.1.15.2. elektroietasei nav pieslēgti ar transformatoru saitēm sinhronie ģeneratori vai kompensatori, kuru kopējā jauda ir 10 MVA un lielāka;

3.1.15.3. 110 kV jaudas slēdža atteices gadījumā elektotīkla blakus elementu tālās rezervēšanas aizsardzības nodrošina nepieciešamo jutību un pieļaujamo atslēgšanas laiku pēc dinamiskās stabilitātes un termiskās noturības kritērijiem;

3.1.15.4. divu līniju kopīgam jaudas slēdzim 110 kV apakšstacijās ar "tiltiņa" shēmu, ja tehniski nav iespējams padot tālatslēgšanas komandas pa elektroniskiem sakariem uz līniju pretējiem galiem.

Piezīme: Ja aizsardzības pieslēgtas ārpus jaudas slēdža uzstādītiem strāvmāņiem, SBA jādarbojas arī pie īsslēguma zonā starp strāvmāņiem un jaudas slēdzi, kad nav notikusi jaudas slēdža atteice.

3.1.16. Elektroietaisē elementu aizsardzību vai jaudas slēdža atteices gadījumos elektotīkla blakus posmiem jāparedz rezerves aizsardzības, kas nodrošina tālo rezervēšanu.

Ja elektroietaisē elementa pamataizsardzība ir ar absolūto selektivitāti, tad jāuzstāda rezerves aizsardzība, kas izpilda ne tikai tālās, bet arī tuvās rezervēšanas funkciju. Piemēram, izmantojot diferenciālo aizsardzību kā pamataizsardzību, kā rezerves aizsardzības jāizmanto relatīvās selektivitātes aizsardzības.

Tuvās rezervēšanas funkciju jaudas slēdža atteices gadījumā nodrošina SBA, kā arī atsevišķa DA zona, kura darbojas pie īsslēgumiem virzienā uz aizmuguri. Ja elektroietaisē elementa pamataizsardzība ir izpildīta kā relatīvās selektivitātes aizsardzība, tad:

3.1.16.1. atsevišķu rezerves aizsardzību var neparedzēt ar noteikumu, ka blakus elektotīkla posmu aizsardzības nodrošina tālo rezervēšanu (3.1.19. p. norādīti izņēmuma gadījumi);

3.1.16.2. jānodrošina tuvā rezervēšana ar noteikumu, ka tālā rezervēšana netiek nodrošināta;

3.1.16.3. jānodrošina 3.1.5. p., 3.1.7. p., 3.6.17. p. prasību izpilde.

3.1.17. Nepieciešamības gadījumā elektroietaisis elementa pamataizsardzībai jāuzstāda papildu rezerves aizsardzība, kura nodrošina aizsargājamā elementa pamataizsardzības funkcijas, ja notiek pamataizsardzības atteice, vai tā ir atslēgta pārbaudei. Papildu rezerves aizsardzību, kura nodrošina pamataizsardzības funkcijas, paredz, ja:

3.1.17.1. pamataizsardzības atteices gadījumā nav iespējams izpildīt 3.1.7. p. un 3.6.17. p. prasības;

3.1.17.2. pamataizsardzības pārbaudes laikā vai tās bojājuma gadījumā nav pieļaujams atslēgt no darba aizsargājamo elektrotīkla posmu.

3.1.18. Elektrolīnijām, lai samazinātu tuva īsslēguma atslēgšanas laiku, jāparedz MSA un ZSA pakāpe bez laika aiztures, ievērojot 3.1.30. p. prasības. Ja ir paredzēta cita veida aizsardzība, kura darbojas bez laika aiztures pie tuva īsslēguma, piemēram, DA zona, tad MSA un ZSA pakāpi bez laika aiztures var paredzēt kā papildu aizsardzību.

3.1.19. Ja tālās rezervēšanas nodrošinājums prasa ievērojami sarežģītu aizsardzību, vai tālā rezervēšana tehniski nav iespējama, tad atļauts:

3.1.19.1. 110 kV elektrotīkla aizsardzībām nerezervēt īsslēguma zemākā sprieguma pusē atslēgšanu 110 kV transformatoriem, ja transformatora 110 kV pusē ir jaudas slēdzis, transformators aprīkots ar absolūtās selektivitātes aizsardzību, kā arī transformatora 110 kV pusē uzstādīta rezerves aizsardzība, kas nodrošina īsslēgumu zemākā sprieguma pusē atslēgšanu;

3.1.19.2. nerezervēt īsslēguma atslēgšanu 6 kV – 10 kV elektrolīnijām ar virknē slēgtiem reaktoriem;

3.1.19.3. nerezervēt īsslēguma atslēgšanu 20 kV garām elektrolīnijām. Ja pievienojumā ar tālās rezervēšanas aizsardzību strāva nepārsniedz pievienojuma $1,2 I_n$ un spriegums nesamazinās līdz $0,8 U_n$, notiekot trīsfāžu īsslēgumam 20 kV elektrolīnijas tālākajā punktā, šādu elektrolīniju var uzskatīt par garu elektrolīniju. Šādai elektrolīnijai nevar izveidot selektīvu un ar prasītu jutību tālās rezervēšanas aizsardzību ar MSA bez vai ar minimālsprieguma palaišanu. Īsslēguma aplēsēs jāņem vērā sadales elektrotīkla un pārvades elektrotīkla nelabvēlīgie aprēķinu režīmi tālās rezervēšanas nodrošināšanai, tajā skaitā ņemot vērā ražošanas moduļu ietekmi uz īsslēgumu strāvu lielumiem;

3.1.19.4. nodrošināt tālo rezervēšanu tikai pie īsslēgumiem, neņemot vērā maz iespējamus elektrotīkla režīmus, pieļaujot aizsardzības kaskādes darbību;

3.1.19.5. pieļaut aizsardzības neselektīvu darbību pie īsslēgumiem blakus posmos (neselektīvu tālās rezervēšanas darbību), atsevišķos gadījumos izraisot pat apakšstaciju atslēgšanu, ja šādas aizsardzības neselektīvas darbības tiek labotas ar AAI, ARI;

3.1.19.6. pieļaut dalīšanas automātiku pie sprieguma pazemināšanās darbību ar elektrotīkla sadalīšanu un tā sekojošu atjaunošanu, izmantojot AAI;

3.1.19.7. nerezervēt īsslēguma atslēgšanu uz blakus posma 330 kV transformatoriem un autotransformatoriem, ja šiem elementiem nodrošināta tuvā rezervēšana, paredzot: SBA jaudas slēdžiem katra sprieguma pusē pamataizsardzību releju ar absolūtās selektivitātes aizsardzībām, rezerves aizsardzību relejus 330 kV, 110 kV pusēs ar relatīvās selektivitātes aizsardzībām, dublējot akumulatoru baterijas, operatīvās barošanas avota ķēdes un jaudas slēdža atslēgšanas spoles, pieslēdzot relejus dažādiem strāvmaiņa tinumiem un spriegummaiņiem ar atsevišķiem aizsargslēdžiem un kontrolkabeļiem.

3.1.20. Ja 330 kV un 110 kV elektrolīniju tālā rezervēšana nav pietiekami efektīva, piemēram, nav nodrošināta rezervēšana visos iespējamajos darba režīmos, nav nodrošinātas prasības ātrdarbībai un selektivitātei, papildus SBA izmantošanai jāparedz iespēja paaugstināt citu tuvās rezervēšanas ierīču drošumu, piemēram, uzstādot katram pievienojumam divus neatkarīgus aizsardzības komplektus, izmantojot divas akumulatoru baterijas, izmantojot neatkarīgu operatīvās barošanas avotu ķēdes katram aizsardzības komplektam, izmantojot divas neatkarīgas atslēgšanas spoles katram jaudas slēdzim, pieslēdzot katru aizsardzības komplektu dažādiem strāvmaiņa tinumiem un spriegummaiņiem ar atsevišķiem aizsargslēdžiem un kontrolkabeļiem, izbūvējot neatkarīgas izejas atslēgšanas ķēdes katram aizsardzības komplektam, paredzot divas neatkarīgas elektroierīces RAA komandu pārraidei uz līnijas pretējo galu. Katrā konkrētā gadījumā tuvās rezervēšanas RAA, kā arī pasākumu apjoms jānosaka, izvērtējot elektrotīkla drošuma apsvērumus.

3.1.21. Tālā rezervēšana vienmēr jāparedz diviem blakus aizsargposmiem ar vienu kopīgu 330 kV jaudas slēdzi starp tiem pie īsslēgumiem vienā no aizsargposmiem, ja ir notikusi aizsargposma aizsardzību atteice, vai ir notikusi kopīgā jaudas slēdža atteice. Tas attiecas, piemēram, uz apakšstacijām ar "1,5 jaudas slēdžu" shēmām, kurās katra elektrolīnija pieslēgta kopnēm ar savu jaudas slēdzi un starp divām elektrolīnijām ieslēgts vēl viens jaudas slēdzis (trīs jaudas slēdži priekš divām elektrolīnijām).

3.1.22. Ja aizsargājamam pievienojumam ir viens 330 kV jaudas slēdzis, tad šāds pievienojums jāaprīko ar individuālo NFA. Aizsardzībai jāpalaižas no jaudas slēdža palīgkontaktiem, kad tie fiksē visu trīs jaudas slēdža fāžu savstarpējo neatbilstību.

Individuālai NFA jādarbojas uz:

3.1.22.1. jaudas slēdža trīsfāžu atslēgšanu ar laika aizturi 150 ms;

3.1.22.2. jaudas slēdža AAI bloķēšanu;

3.1.22.3. elektrolīnijas atslēgšanu no pretējā gala, izmantojot komandas elektronisko sakaru pārraidi;

3.1.22.4. transformatora, autotransformatora atslēgšanu no visām pusēm;

3.1.22.5. SBA palaišanu.

3.1.23. Ja aizsargājamajam pievienojumam ir vairāk nekā viens 330 kV jaudas slēdzis, tad katram jaudas slēdzim jāparedz individuālā NFA, un tai ir jādarbojas uz jaudas slēdža trīsfāžu atslēgšanu ar laika aizturi un AAI bloķēšanu, bet nav jādarbojas uz elektrolīnijas atslēgšanu no pretējā gala, transformatora vai autotransformatora atslēgšanu no visām pusēm un SBA palaišanu. Šāds pievienojums papildus jāaprīko ar pievienojuma 330 kV jaudas slēdžu summāro NFA.

Pievienojuma summārā NFA tiek palaista no katra jaudas slēdža palīgkontaktiem, ja tie fiksē jaudas slēdža fāžu savstarpēju neatbilstību. Summārai NFA jābūt ar pievienojuma nullsecības strāvas kontroli un jādarbojas uz aizsargājamā pievienojuma jaudas slēdžu trīsfāžu atslēgšanu ar laika aizturi 300 ms un AAI bloķēšanu, elektrolīnijas atslēgšanu no pretējā gala, transformatora vai autotransformatora atslēgšanu no visām pusēm, SBA palaišanu. 330 kV elektrolīniju individuālā un summārā NFA jābloķē elektrolīnijas VAAI ciklā.

Summārās NFA nullsecības strāvas iestatījumam jābūt jutīgākam par blakus aizsargposmu ZSA jutīgākajām pakāpēm.

3.1.24. Ja par rezerves aizsardzību kalpo atsevišķa aizsardzības ierīce, tā jāpieslēdz strāvmaiņiem, spriegummaiņiem un barošanas avotam tā, lai pamataizsardzību un rezerves aizsardzību būtu iespējams atsevišķi atslēgt no darba, neatslēdzot aizsargājamo elektrotīkla posmu.

3.1.25. Aizsardzību jutība jānovērtē ar jutības koeficientiem:

3.1.25.1. aizsardzībām, kas reaģē uz lielumiem, kas bojājuma apstākļos palielinās, nosaka pie metāliskiem īsslēgumiem aizsargājamā posma robežās – kā šo lielumu minimālo aplēses vērtību (piemēram, strāvas) attiecību pret aizsardzības nostrādes parametriem;

3.1.25.2. aizsardzībām, kas reaģē uz lielumiem, kas bojājuma apstākļos samazinās, nosaka pie metāliskiem īsslēgumiem aizsargājamā posma robežās – kā nostrādes parametru attiecību pret šo lielumu minimālām aplēses vērtībām (piemēram, sprieguma vai pretestības). Digitālajām DA ar daudzstūru nostrādes raksturlīkni, nosakot jutības koeficientu, jāņem vērā pārejas pretestības bojājuma vietā, bet 330 kV elektrolīnijām arī leņķis starp ekvivalentiem EDS aizsargājamā posma galos.

Piezīme: Jutības koeficientu aplēses vērtības nosaka, ņemot vērā visnelabvēlīgākos bojājuma veidus un reālus elektrotīkla un elektrostatiju darba režīmus.

3.1.26. Pamataizsardzībām jānodrošina šādi minimālie jutības koeficienti:

3.1.26.1. jebkura veida strāvas virzītām un nevirzītām aizsardzībām vai sprieguma aizsardzībām:

- aizsardzības pakāpei, kas paredzēta, lai darbotos pie īsslēguma aizsargājamā posma beigās, ņemot vērā rezerves aizsardzības darbību, strāvas un sprieguma elementiem – 1,5, bet, ja posma beigas droši aizsargā selektīva rezerves aizsardzība ar lielāku laika aizturi elektromehāniskām aizsardzībām – 1,3 un digitālām aizsardzībām – 1,2;
- jaudas virziena elementiem jutības koeficients pēc jaudas, strāvas un sprieguma elektromehāniskām aizsardzībām – 1,3 un digitālām aizsardzībām – 1,2;
- transformatoru ar zemāko spriegumu 0,23 kV – 0,4 kV elektromehāniskām MSA – 1,5 un digitālām MSA – 1,2.

Piezīme: MSA, ZSA pakāpei, ja tā darbojas no pirmās harmonikas strāvas bez laika aiztures un ar bloķēšanu no otrās harmonikas strāvas, ar iestatījumiem jānodrošina, lai pie pakāpes nostrādes strāvas

otrās harmonikas strāva ir aptuveni 1,2 – 1,3 reizes lielāka par otrās harmonikas elementa minimālo darbības strāvu.

3.1.26.2. digitālajām DA ar daudzstūra nostrādes raksturlīkni, pārbaudot jutības koeficientus pēc induktīvās pretestības X un aktīvās pretestības R , aplēšot īsslēgumu strāvas, jāņem vērā šādi kritēriji:

- pārejas pretestību bojājuma vietā:
 - 110 kV elektrotīklā pie starpfāžu īsslēgumiem – 2Ω starp fāzēm un pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi – 5Ω starp fāzi un zemi;
 - 330 kV elektrotīklā pie starpfāžu īsslēgumiem – 5Ω starp fāzēm un pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi – 14Ω starp fāzi un zemi.
- maksimāli iespējamo leņķi starp diviem ekvivalentiem EDS 330 kV elektrotīklā;
- pretestības elementam jutības koeficientam pa X un R asi jābūt ne mazākam par 1,2;
- jutības koeficientam pēc strāvas (attiecībā pret elementa minimālo darbības strāvu) jābūt ne mazākam par 1,2.

3.1.26.3. digitālām un elektromehāniskām diferenciālām aizsardzībām, kurām paredzēta bremsēšana visos darba režīmos jutības koeficientam, ņemot vērā bremsēšanu, jābūt ne mazākam par 1,3, elektromehāniskām diferenciālām aizsardzībām, kurām nav paredzēta bremsēšana, – 2,0. Ģeneratoru, transformatoru, autotransformatoru diferenciālām aizsardzībām jutība jāpārbauda pie īsslēgumiem uz to izvadiem. Ja elektromehāniskām diferenciālām aizsardzībām jutības koeficienta 2,0 nodrošināšanai ievērojami jāsamazina aizsardzība vai arī tehniski tas nav iespējams, pieļaujams samazināt jutības koeficientu transformatoru un bloku ģenerators-transformators diferenciālām aizsardzībām līdz 1,5 šādos gadījumos:

- pie īsslēgumiem uz pazeminošo transformatoru ar 63 MVA un mazāku jaudu zemākā sprieguma tinuma izvadiem (jānosaka, ievērojot sprieguma regulēšanu un elektrotīkla minimālās īsslēguma strāvas režīmos);
- padodot spriegumu uz transformatoru, kā arī citos īslaicīgos darba režīmos (piemēram, īslaicīgi atslēdzot vienu barošanas pusi);
- pie īsslēguma aiz reaktora, kas uzstādīts transformatora zemākā sprieguma pusē, ja tas atrodas diferenciālās aizsardzības darbības zonā. Ja ir citas aizsardzības, kas aptver reaktoru un nodrošina nepieciešamo jutību, kad īsslēgums ir aiz reaktora, transformatora diferenciālās aizsardzības jutības koeficientu 1,5 šajā punktā var nenodrošināt.

3.1.26.4. ģeneratoru un transformatoru ar jaudu līdz 1 MVA MSA bez laika aiztures pie īsslēguma aizsardzības uzstādīšanas vietā elektromehāniskām aizsardzībām – 2,0 un digitālām aizsardzībām – 1,2.

3.1.26.5. kabeļu elektrolīniju ZSA elektrotīklos ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, ja ZSA darbojas uz signālu vai atslēgšanu:

- aizsardzībām, kas reaģē uz pirmās harmonikas strāvu, digitālām aizsardzībām – 1,2;
- aizsardzībām, kas reaģē uz strāvām ar paaugstinātu frekvenci, digitālām aizsardzībām – 1,5.

3.1.26.6. gaisvadu elektrolīniju ZSA elektrotīklos ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, ja ZSA darbojas uz signālu vai atslēgšanu elektromehāniskām aizsardzībām – 1,5 un digitālām aizsardzībām – 1,2.

3.1.27. Sadalnes kopnēm pieslēgta ģenerators statora tinuma ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli ZSA, kas darbojas uz atslēgšanu, jutību nosaka tās nostrādes strāva, kurai jābūt ne lielākai par 5 A.

Ģeneratoram, kas strādā blokā ar transformatoru, visu statora tinumu aptverošas aizsardzības pie vienfāzes zemesslēgumiem jutībai jābūt ne mazākai par 2,0; visu statora tinumu neaptverošas nullsecības sprieguma aizsardzības nostrādes spriegumam jābūt ne lielākam par 15 % no nominālā.

3.1.28. Elektromehānisko aizsardzību ar operatīvo maiņspriegumu, kas darbojas, dešuntējot jaudas slēdža atslēgšanas elektromagnētus, jutība jāpārbauda, ņemot vērā faktisko strāvmaiņu strāvas kļūdu pēc elektromagnētu dešuntēšanas. Nosakot minimālo jutības koeficientu atslēgšanas elektromagnētu drošai nostrādei, koeficientam jābūt apmēram par 20 % lielākam, salīdzinot ar atbilstošām aizsardzībām noteikto (skatīt 3.1.26. p.).

3.1.29. Rezerves aizsardzībām minimāliem jutības koeficientiem pie īsslēguma blakus posma tālākajā punktā jābūt pēc:

3.1.29.1. strāvas, sprieguma un pretestības – ne mazākiem par 1,2;

3.1.29.2. pretējās un nullsecības jaudas virziena elementiem elektromehāniskām aizsardzībām 1,4 – 1,5 pēc jaudas un 1,3 pēc strāvas un sprieguma, digitālām aizsardzībām – 1,2 pēc jaudas, strāvas un sprieguma.

Piezīme 1: Novērtējot rezerves aizsardzību pakāpi un zonu jutības koeficientus, kuras realizē tuvo rezervēšanu (skatīt 3.1.17. p.), jāvadās no 3.1.26. p. dotajiem jutības koeficientiem atbilstošām aizsardzībām.

Piezīme 2: MSA, ZSA pakāpei, ja tā darbojas no pirmās harmonikas strāvas, tai jādarbojas bez laika aiztures un ar bloķēšanu no otrās harmonikas strāvas, bet ražotājs tieši nav paredzējis šādas pakāpes nedaudz lēnāku darbību, tad ar iestatījumiem jānodrošina, lai pie pakāpes nostrādes strāvas otrās harmonikas strāva ir 1,3 reizes lielāka par otrās harmonikas elementa minimālo darbības strāvu.

3.1.30. Elektrolīniju MSA un ZSA pakāpei bez laika aiztures, kura minēta 3.1.18. p., jutības koeficientam pie īsslēguma aizsardzības uzstādīšanas vietā vislabvēlīgākajos no jutības viedokļa apstākļos elektromehāniskām aizsardzībām jābūt lielākam par 1,3, digitālām aizsardzībām – lielākam par 1,2 (skatīt 3.1.26.1. p. piezīmi un 3.1.29. p. 2. piezīmi).

3.1.31. Nav pieļaujams, ka nepietiekamas jutības dēļ nenotiek aizsargājamā posma aizsardzības nostrāde un notiek nākamā posma aizsardzības nostrāde. Šo aizsardzību jutības savstarpēji jāsaskaņo ar koeficientu 1,1.

Aizsardzību ar nepietiekamu jutību rezervēšanai paredzētās aizsardzību pakāpes un zonas blakus posmā var savstarpēji nesaskaņot, ja aizsargājamā posma aizsardzības nepietiekamas jutības dēļ, piemēram, ģeneratora pretējās secības strāvas aizsardzības, netiks atslēgts īsslēgums, kas var izsaukt smagas sekas, piemēram, ģeneratora bojājumu.

Izveidojot rezerves aizsardzības, jāievēro arī 3.1.8. p., 3.1.16. p. un 3.1.19. p. prasības.

3.1.32. Elektrotīklos ar cieši zemētu neitrāli jāizvēlas tāds 110 kV transformatoru neitrāļu zemēšanas režīms un transformatoru ar zemētām un nezemētām neitrālēm izvietojums, lai strāvu un spriegumu vērtības vienfāzes īsslēgumu uz zemi gadījumos nodrošinātu aizsardzību selektīvu un drošu darbību visos iespējamajos elektrotīkla ekspluatācijas režīmos, kā arī lai ierobežotu vienfāzes īsslēgumu uz zemi strāvu lielumu bojājuma vietā vai blakus 110 kV elektrotīklā.

Transformatoriem ar 110 kV tinumu nepilnu izolāciju no neitrāles izvadu puses jābūt izslēgtai iespējai transformatora darba režīmam ar izolētu neitrāli pie vienfāzes zemesslēguma (skatīt 3.4.13. p.) uz izdalītām 110 kV kopnēm vai elektrotīkla posmu, ja transformatora zemākā sprieguma elektrotīklā darbojas elektrostacijas.

3.1.33. Strāvmaiņiem, kas paredzēti RAA, jāatbilst šādām prasībām:

3.1.33.1. jālieto P klases strāvmaiņi (atbilstoši standarta LVS EN 61869-2 prasībām) ar magnētserdi bez gaisa spraugas;

3.1.33.2. 6 kV – 330 kV pievienojumiem jālieto strāvmaiņi ar precizitātes klasi 5. Nepārbūvētos objektos 6 kV – 110 kV pievienojumiem var lietot strāvmaiņus ar precizitātes klasi 10.

3.1.33.3. digitālām aizsardzībām ar aplēsēm jāpārbauda, ka strāvmaiņi nodrošina aizsardzības ražotāja prasības atbilstošam releju tipam pie maksimālām un minimālām īsslēguma strāvām, ja ir noteiktas šādas prasības.

3.1.33.4. lai novērstu aizsardzības atteici pie īsslēguma aizsargājamās zonas sākumā, elektromehāniskiem strāvas relejiem strāvmaiņu kļūda nedrīkst pārsniegt maksimāli pieļaujamus lielumus, kurus pārsniedzot tiek izsauktas kontaktu vibrācijas.

3.1.33.5. spriegums uz strāvmaiņu sekundāro tinumu izvadiem pie maksimālās īsslēguma strāvas nedrīkst pārsniegt 2 kV;

3.1.33.6. RAA jāpieslēdz strāvmaiņa tinumam, kurš speciāli paredzēts aizsardzībai, nevis mērīšanai. Strāvmaiņa mērīšanas tinumam pieslēgt RAA pieļaujams tikai tad, ja tā paredzēta darbībai ar strāvām, kurām nodrošināta tinuma precizitātes klase, RAA selektīva un droša darbība pie maksimālām īsslēguma strāvām uzstādīšanas vietā.

Piezīme 1: Pārbūvējamās apakšstacijās un sadalietais ieteicams lietot strāvmaiņus ar sekundāro nominālo strāvu 1 A. Ģeneratoriem lieto strāvmaiņus ar sekundāro nominālo strāvu 5 A vai citu strāvu, kādu paredzējis ražotājs. Transformatoru un autotransformatoru iebūvētām aizsardzībām pieļaujams lietot iebūvētos strāvmaiņus ar citu sekundāro nominālo strāvu, ja to paredzējis transformatoru un autotransformatoru ražotājs. Nepārbūvētos objektos var tikt lietoti strāvmaiņi ar sekundāro nominālo strāvu 5 A.

Piezīme 2: Strāvmaiņa primārā un sekundārā nominālā strāva, precizitātes robežstrāvas lielums un nominālā jauda, pamatojot ar aplēsēm, jāizvēlas tā, lai nodrošinātu strāvmaiņa darbību pieļaujamās precizitātes robežās, kā arī pieslēgtas aizsardzības selektīvu un drošu darbību visā īsslēgumu strāvu diapazonā no maksimālām īsslēguma strāvām uzstādīšanas vietā līdz minimālām īsslēgumu strāvām (darbība rezerves zonās), ņemot vērā aizsardzības minimālo darbības strāvu.

3.1.34. Elektroenerģijas skaitītāju, mērīšanas un aizsardzības strāvas ķēdes jāpievieno dažādiem strāvmaiņu tinumiem. Pieļaujams tehniskās uzskaites elektroenerģijas skaitītājus un mērīšanas strāvas ķēdes pievienot vieniem un tiem pašiem strāvmaiņu tinumiem. Pieļaujams mērīšanai izmantot elektroenerģijas skaitītājus, pieslēdzot mērīšanas izeju vadības sistēmai ar speciāli šim nolūkam paredzētu sakaru līdzekli.

Mērīšanas un aizsardzības strāvas ķēdes atļauts pievienot vieniem un tiem pašiem strāvmaiņu tinumiem, ja izpildītas 3.1.33. p. prasības un tas ir pieļaujams no mērīšanas precizitātes viedokļa. Jāievēro, ka aizsardzību ķēdēs, kuras pēc darbības principa var darboties nepareizi strāvas ķēžu bojājumu gadījumos, mērierīces jāieslēdz caur starpstāvmaiņiem un ar nosacījumu, ka strāvmaiņi atbilst 3.1.33. p. prasībām pie starpstāvmaiņu sekundārā tinuma pārtraukuma.

Tehniskās uzskaites elektroenerģijas skaitītāju strāvas ķēdes un aizsardzības vai/un mērīšanas strāvas ķēdes atļauts pievienot vieniem un tiem pašiem strāvmaiņu tinumiem, ja tas ir pieļaujams no elektroenerģijas uzskaites viedokļa un izpildītas 3.1.33.6. p. un 3.1.34. p. prasības.

3.1.35. Aizsardzības ar tiešas darbības primāriem un sekundāriem relejiem, kā arī aizsardzības ar operatīvo barošanas maiņspriegumu ieteicams lietot tikai tādos gadījumos, ja tās nodrošina nepieciešamo selektivitāti, ātrdarbību, nostrādes drošumu.

3.1.36. Aizsardzībām ar operatīvo barošanas maiņspriegumu un ar barošanas iekārtu palīdzību izveidotu operatīvās barošanas līdzspriegumu kā barošanas avoti jāizmanto pašpatēriņa transformatori, strāvmaiņi un spriegummaiņi.

Atkarībā no apstākļiem jāizmanto viena vai kombinācija no šādām shēmām:

3.1.36.1. jaudas slēdža un citu primāro komutācijas aparātu atslēgšanas elektromagnēta dešuntēšana;

3.1.36.2. izmantojot kondensatorus ar uzlādes ierīcēm, lai nodrošinātu aizsardzības, automātikas un primāro komutācijas aparātu darbību apstākļos, ja apakšstacija paliek bez primārā elektrotīkla sprieguma un vienlaikus apakšstacijas pievienojumos nav strāvas;

3.1.36.3. izmantojot sprieguma barošanas iekārtas, tās pieslēdzot spriegummaiņu sekundārajiem spriegumiem;

3.1.36.4. izmantojot sprieguma barošanas iekārtas, kas pieslēgtas pašpatēriņa transformatoru sekundārajiem spriegumiem;

3.1.36.5. izmantojot strāvas barošanas iekārtas, kas ieslēgtas sekundārajās strāvas ķēdēs;

3.1.36.6. izmantojot garantētās elektrobarošanas (UPS) iekārtas.

Piezīme: Barošanas iekārtu līdzsprieguma izejas tiek saslēgtas paralēli. Barošanas iekārtām jāparedz izejas līdzsprieguma stabilizēšana un maksimālā izejas sprieguma ierobežošana, lai nodrošinātu operatīvā līdzsprieguma lieluma izmaiņu pieļaujamajā diapazonā gan pie primārā elektrotīkla sprieguma izmaiņām, gan pie darba un maksimālām īsslēguma strāvām.

3.1.37. Visām aizsardzībām, kuras jāatslēdz, mainoties elektrotīkla darba režīmam, selektivitātes noteikumiem vai citu iemeslu dēļ, jābūt speciālām elektroierīcēm, ar kuru palīdzību operatīvais personāls tās var ieslēgt vai atslēgt.

Lai palielinātu RAA drošumu pārbaužu laikā, jāparedz pārbaudes bloki, pārslēdži un dalītās spaiļes.

3.1.38. Aizsardzībai paredzētiem sensora tipa mērmaiņiem (strāvas, sprieguma vai kombinētiem mērmaiņiem) jāatbilst aparatūras ražotāja tehniskajā dokumentācijā norādītajām prasībām (atbilstoši IEC 61869 sērijas standartu prasībām). Savienojošiem spraudņiem aizsardzības sekundārajās ķēdēs ir jābūt marķētiem.

3.1.39. Digitāliem relejiem jāparedz reālā laika pulksteņa sinhronizēšana un tehniskās iespējas veikt datu apmaiņu ar DVS.

3.1.40. Digitālajiem relejiem jānodrošina aizsardzība pret nesankcionētu piekļuvi.

3.2. Sinhrono ģeneratoru un kompensatoru, bloku sinhronais ģenerators-transformators un bloku sinhronais kompensators-transformators aizsardzības

3.2.1. Sinhrono kompensatoru un bloku sinhronais kompensators-transformators aizsardzības jāveido tāpat, kā attiecīgas jaudas sinhroniem ģeneratoriem un blokiem sinhronais ģenerators-transformators. Visas prasības, kas šajā sadaļā ir izvirzītas sinhronajiem ģeneratoriem, attiecināmas arī uz sinhronajiem kompensatoriem.

3.2.2. Tieši uz ģeneratora sprieguma sadalnes kopnēm strādājošam ģeneratoram jāparedz aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem (aizsardzību apkopojumu atkarībā no ģeneratora jaudas skatīt 3.2.4. p.):

3.2.2.1. rotora tinuma ierosmes strāvas pārslodzes;

3.2.2.2. rotora sprieguma paaugstināšanās virs pieļaujamā;

3.2.2.3. zemesslēgums ierosmes ķēdēs vienā punktā;

3.2.2.4. zemesslēgums ierosmes ķēdēs divos punktos;

3.2.2.5. īsslēgums ierosmes ķēdēs ierosmes sistēmām ar pusvadītāju taisngriezi;

3.2.2.6. starpfāžu īsslēgumiem, kā arī vienfāzes īsslēgumiem uz zemi, ja ģenerators pieslēgts elektrotīklam ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, statora tinumos un uz tā izvadiem;

3.2.2.7. starpvijumu īsslēgumiem statora vienas fāzes tinumā, ģeneratoriem ar paralēliem statora tinuma zariem fāzēs un atsevišķiem neitrāļu izvadiem;

3.2.2.8. vienfāzes zemesslēgumiem statora tinumā, ja ģenerators pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.2.2.9. dubultiem zemesslēgumiem, viens, no kuriem ir statora tinumā, bet otrs ārējā elektrotīklā, ja ģenerators pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.2.2.10. statora tinumu strāvas pārslodzes;

3.2.2.11. sprieguma paaugstināšanās uz ģeneratora statora izvadiem;

3.2.2.12. ģeneratora pārierosmes (V/Hz);

- 3.2.2.13. ģenerators pretējās secības strāvas pārslodzes;
- 3.2.2.14. ārējiem īsslēgumiem;
- 3.2.2.15. pazeminātas frekvences;
- 3.2.2.16. ierosmes zaudēšanas;
- 3.2.2.17. asinhrona režīma ģeneratoram ar ieslēgtu ierosmi;
- 3.2.2.18. pretvirziena aktīvās jaudas (elektrodzinēja režīms);
- 3.2.2.19. stāvoša ģenerators ieslēgšanas;
- 3.2.2.20. ģenerators vārpstas gultņu izolācijas pretestības pazemināšanās;
- 3.2.2.21. starpfāžu īsslēgumiem, kā arī vienfāzes zemesslēgumiem statora tinumā, ģeneratoram ar turbīnu strādājošā sūkņa režīmā;
- 3.2.2.22. citu bojājumu gadījumā.

3.2.3. Sadales elektrotīklam vai pārvades elektrotīklam caur paaugstinājošu transformatoru pieslēgtais ģenerators veido bloku ģenerators-transformators. Ja starp ģeneratoru un transformatoru pieslēgts pašpatēriņa transformators, tad jāparedz jaudas slēdzis ģeneratoram ar spriegumu virs 1 kV, ģeneratoram ar spriegumu līdz 1 kV jāparedz aizsargslēdzis. Bloka ģenerators-transformators transformatoram jāparedz jaudas slēdzis augstākā sprieguma pusē. Shēmās bez pieslēgta pašpatēriņa transformatora starp ģeneratoru un transformatoru var neparedzēt atsevišķu ģenerators jaudas slēdzi vai aizsargslēdzi, atslēdzot bojājumus blokā ģenerators-transformators ar transformatora jaudas slēdzi augstākā sprieguma pusē. Ja bloka ģenerators-transformators transformatoram pieslēgts vairāk par vienu ģeneratoru, katram ģeneratoram jāparedz atsevišķs jaudas slēdzis vai aizsargslēdzis. Blokam ģenerators-transformators papildus 3.2.2. p. un 3.4.1. p. norādītajām aizsardzībām jāparedz aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem (aizsardzību apkopojumu atkarībā no ģenerators jaudas skatīt 3.2.4. p.):

- 3.2.3.1. starpfāžu īsslēgumiem blokā ģenerators-transformators un vienfāzes īsslēgumiem uz zemi transformatora pusē ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;
- 3.2.3.2. vienfāzes zemesslēgumiem bloka ģenerators-transformators transformatora ģenerators pusē, ja tā ir ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, un ģenerators ķēdē ar transformatoru ir jaudas slēdzis;
- 3.2.3.3. sprieguma paaugstināšanās uz bloka ģenerators-transformators transformatora izvadiem;
- 3.2.3.4. bloka ģenerators-transformators transformators pārierosmes (V/Hz).

3.2.4. Ģenerators aizsardzības pie bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem apkopotas 3.1. tabulā, kurā iekļautas aizsardzības atbilstoši 3.2.2. p. un 3.2.3. p. prasībām.

Atbilstoši ģenerators, ģenerators ierosmes, turbīnas ražotāju un elektrostacijas prasībām pieslēguma vietai elektroenerģijas sistēmā, kā arī PSO vai SSO izdotajām tehniskajām prasībām aizsardzību apjomu konkrētam ģeneratoram var izmainīt.

Izvēloties aizsardzības konkrētam ģeneratoram vai blokam ģenerators-transformators, ieteicams ņemt vērā šīs nodaļas norādījumus un skaidrojumus par 3.1. tabulā uzrādītām aizsardzībām.

Ģenerators jaudu sadalījums atbilst Komisijas regulas (ES) 2016/631, ar ko izveido tīkla kodeksu par ģeneratoriem piemērojamām tīkla pieslēguma prasībām.

3.1. tabula
Ģeneratoru un bloku ģenerators-transformators aizsardzības

Aizsardzība	Ģenerators jauda			
	0,0008–0,5 MW	0,5–5 MW	5–15 MW	Virs 15 MW
DA (21)		X ⁽¹⁾	X	X
Pārierosmes aizsardzība (V/Hz) (24)			X	X
Minimālsprieguma aizsardzība (27)	X	X	X	X
Pretvirziena aktīvās jaudas aizsardzība (32)	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	X	X
Vārpstas strāvas aizsardzība (kontrolē) (38)		X	X	X
Ierosmes zaudēšanas aizsardzība (40)		X	X	X
Pretējās secības strāvas aizsardzība (46I2)		X	X	X
Rotora pārslodzaizsardzība (49)			X	X
Statora pārslodzes strāvas aizsardzība (51) vai (49S)	X			
Statora pārslodzes strāvas aizsardzība (49S)		X	X	X
Aizsardzība stāvoša ģenerators ieslēgšanai (50AE)			X	X
Aizsardzība pie starpvijumu īsslēgumiem statora fāzes tinumā (50N)		X	X	X
MSA (50/51)	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
Maksimālstrāvas spriegumatkarīga aizsardzība (51V)			X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
ZSA (50N/51N vai 67N)	X	X	X	X
Virzīta ZSA (67N) un aizsardzība pie dubultiem zemesslēgumiem (50N)			X	X
Rotora maksimālsprieguma aizsardzība (59R)		X	X	X
Maksimālsprieguma aizsardzība (59)	X	X	X	X
Statora un bloka ģenerators-transformators transformatora zemesslēguma aizsardzība ģeneratoru pusē (59N)	X	X	X	X
95 % statora zemesslēguma aizsardzība (59N)	X	X	X	X
100 % statora zemesslēguma aizsardzība (59THD)			X	X
Rotora zemesslēguma aizsardzība (64R)			X	X
Aizsardzība pie otra zemesslēguma ierosmes ķēdēs			X	X
Rotora MSA (76)			X	X
Asinhronā režīma aizsardzība (78)				X
Sprieguma vektora nobīdes aizsardzība (78)	X	X	X	

3.1. tabulas turpinājums

Aizsardzība	Ģeneratora jauda			
	0,0008–0,5 MW	0,5–5 MW	5–15 MW	Virs 15 MW
Frekvences pazemināšanās un paaugstināšanās aizsardzības (81)	X	X	X	X
Frekvences izmaiņas ātruma aizsardzība (81R)	X	X	X	X
Ģeneratora diferenciālā aizsardzība (87G)			X	X
Ģeneratora diferenciālā zemesslēguma aizsardzība (87N)			X	X
Bloka ģenerators-transformators transformatora diferenciālā aizsardzība (87T)			X	X
Bloka ģenerators-transformators diferenciālā aizsardzība (87TG)				X
Speciālās aizsardzības, ģeneratoram ar turbīnu strādājot sūkņa režīmā			X	X

Piezīme 1: aizsardzība jāizvēlas pēc 3.2.8.2. p., 3.2.8.3. p., 3.2.14. p., 3.2.15. p., 3.2.16. p., 3.2.17. p., 3.2.25. p., 3.2.29. p., 3.2.32. p. un 3.2.34.5. p. prasībām.

Piezīme 2: ieka vās norādītie aizsardzību apzīmējumi ir saīsināti ar standartu IEEE C37.2.

3.2.5. Frekvences aizsardzības iestatījumiem jāatbilst spēkā esošajiem normatīvajiem dokumentiem un PSO vai SSO izdotajām tehniskajām prasībām.

3.2.6. Elektroenerģijas sistēmai pieslēgtajam elektrostacijas sinhronajam ģeneratoram, kuram atbilstoši spēkā esošajiem normatīviem dokumentiem paredzētā darbība izolētā vai pašpatēriņa režīmā, papildus jāparedz šādas aizsardzības:

3.2.6.1. maksimālsprieguma aizsardzība;

3.2.6.2. minimālsprieguma aizsardzība.

Piezīme: Abas sprieguma aizsardzības paredzētas, lai nodrošinātu sinhronā ģenerators atslēgšanu no elektroenerģijas sistēmas, ja ģenerators darbība izolētā vai pašpatēriņa režīmā ar izdalījušos slodzes daļu nevar nodrošināt elektroenerģijas lietotājiem pieņemamu enerģijas kvalitāti.

3.2.7. Ja sinhronais ģenerators ir jāatslēdz no elektroenerģijas sistēmas, lai nepieļautu elektroenerģijas sistēmas nesinhrona sprieguma padošanu uz ģeneratoru, atjaunojot elektrosaiti ar elektroenerģijas sistēmu, ģeneratoram jāparedz sprieguma vektora nobīdes aizsardzība. Elektrostacijai kopā ar PSO vai SSO jāizvērtē aizsardzības izmantošanas nepieciešamība, ņemot vērā aizsardzības spēju bieži nostrādāt mazā nostrādes laikā (līdz 90 ms) un lielās jutības dēļ, notiekot traucējumiem elektroenerģijas sistēmā. Aizsardzība var nostrādāt, ja sinhronais ģenerators pazaudē elektrosaiti ar elektroenerģijas sistēmu, vai saglabājot elektrosaiti pie īsslēguma elektroenerģijas sistēmā, kas izraisa ģenerators pilnās jaudas (S) momentānu izmaiņu vismaz par 15 % – 20 % no ģenerators nominālās jaudas.

3.2.8. Atkarībā no konkrētiem apstākļiem un prasībām, bez 3.2.6. p., 3.2.7. p. minētiem, sinhronajam ģeneratoram var būt nepieciešamas vēl šādas aizsardzības:

3.2.8.1. zemesslēguma aizsardzība elektrotīklos ar izolētu, kā arī caur lokdzēsē zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, lai atslēgtu ģeneratoru, atslēdzoties no zemesslēguma aizsardzības elektrolīnijai, kurai pieslēgts ģenerators;

3.2.8.2. minimālās aktīvās jaudas aizsardzība vai pretvirziena aktīvās jaudas aizsardzība, lai atslēgtu ģeneratoru, samazinoties tā aktīvajai jaudai vai pārejot tam aktīvās jaudas patēriņa režīmā (elektrodzinēja režīmā pie asinhronās gaitas);

3.2.8.3. virzīta MSA, ja ar nevirzītu MSA nevar nodrošināt nepieciešamo jutību vai selektivitāti.

Piezīme: Ģenerators atkalieslēgšanu elektrotīklā, ievērojot turbīnas automātiskās regulēšanas iespējas, iedarbojoties uz siltumtehnisko vai cita veida tehnoloģisko procesu, pieļaujama aizsardzības izmantošana, kura darbojas pie bojājumiem, kuri nav saistīti ar īsslēgumiem elektrotīklā un ģeneratorā (piemēram, pie frekvences pazemināšanās vai paaugstināšanās utt.), iedarbojoties uz ģenerators izdaļišanu pašpatēriņa vai izolētā režīmā. Šajā gadījumā jāparedz jaudas slēdzis, ar kuru ģenerators tiks ieslēgts elektrotīklā, ievērojot sinhronizēšanas kritērijus. Tāpat ģeneratoriem jāievēro 3.2.37. p. prasības.

3.2.9. Ģeneratoram pie rotora tinuma ierosmes strāvas pārslodzes jāparedz rotora pārslodzaizsardzība.

Rotora pārslodzaizsardzība ģeneratoriem ar jaudu virs 5 MW var darboties pie rotora tinuma strāvas palielināšanās vai rotora tinuma sprieguma paaugstināšanās, un tai jābūt ar laikneatkarīgu vai laikatkarīgu nostrādes raksturlielumu. Laikatkarīgai nostrādes raksturlielumam jābūt ar integrālatkarīgu laika aizturi, kura nepārsniedz ierosmes tinuma pieļaujamās pārslodzes strāvraksturlielumu.

Ģeneratoriem ar 15 MW un lielāku jaudu jāparedz rotora pārslodzes termiskā strāvas un sprieguma aizsardzība, kas modelē rotora tinuma temperatūru.

Rotora pārslodzes strāvas vai sprieguma aizsardzībai ar laikneatkarīgu (laikatkarīgu) nostrādes pakāpi ar mazāko laika aizturi jādarbojas uz signālu, un ar lielāku laika aizturi – uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, tā elektromagnētiskā lauka dzēšanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu. Ja pie rotora strāvas pārslodzes paredzēta automātiskā rotora atslogošana, rotora strāvas samazināšana jāierobežo ar zemas ierosmes ierobežotāju līdz lielumam, pie kura tiek nodrošināta ģenerators elektriskā stabilitāte un sinhronais darbs ar elektroenerģijas sistēmu.

Ja ierosmes regulatorā ir funkcija pārslodzes ierobežošanai, rotora atslogošanu var veikt kā no ierosmes regulatora, tā arī no rotora pārslodzaizsardzības. Pārslodzes ierobežošanas funkciju pieļaujams izmantot rotora atslogošanai ar mazāko laika aizturi, bet ar lielāku laika aizturi darboties uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.10. Ģeneratoram pie īsslēguma ierosmes ķēdēs jāparedz rotora MSA.

Rotora MSA parasti tiek izmantota ierosmes sistēmās ar pusvadītāju taisngriežiem. Aizsardzība reaģē uz strāvas palielināšanos pusvadītāju taisngriežu barojošās ķēdēs un var būt ar vairākām pakāpēm. Aizsardzībai jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-

transformators, ja ģeneratora ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģeneratora un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.11. Ģeneratoram pie rotora paaugstināta sprieguma jāparedz rotora maksimālsprieguma aizsardzība.

Rotora maksimālsprieguma aizsardzība parasti tiek lietota ierosmes sistēmās ar pusvadītāju taisngriežiem un reaģē uz rotora sprieguma bīstamu paaugstināšanos.

Rotora maksimālsprieguma aizsardzībai jādarbojas uz ģeneratora (bloka ģenerators-transformators, ja ģeneratora ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģeneratora un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.12. Ģeneratoram pie zemesslēguma ierosmes ķēdes vienā punktā jāparedz rotora zemesslēguma aizsardzība.

Rotora zemesslēguma aizsardzībai izmanto neatkarīgu maiņsprieguma avotu ar atšķirīgu no 50 Hz sprieguma frekvenci. Neatkarīgais spriegums tiek padots starp vienu rotora polu un zemi, bet aizsardzība reaģē uz izolācijas aktīvās pretestības samazināšanos starp rotora ķēdēm un zemi, nosakot aktīvās pretestības komponentes izmaiņu.

Samazinoties rotora ķēžu izolācijas aktīvai pretestībai līdz iestatītam lielumam, aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturi uz signālu (pirmā pakāpe).

Rotora ķēžu izolācijas aktīvai pretestībai paliekot vēl mazākai, aizsardzībai jādarbojas uz ģeneratora (bloka ģenerators-transformators, ja ģeneratora ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģeneratora un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu, ja atbilstoši LEK 002 prasībām vai cita iemesla dēļ nedrīkst atstāt darbā ģeneratoru ar vienu zemesslēgumu rotora ķēdēs.

3.2.13. Ģeneratoram pie zemesslēgumiem ierosmes ķēdēs divos punktos jāparedz rotora zemesslēguma aizsardzība, kas darbojas pie zemesslēgumiem ierosmes ķēžu divos punktos. Minētā aizsardzība nepieciešama tikai tad, ja atļauts atstāt darbā ģeneratoru ar vienu zemesslēgumu rotora ķēdēs.

Aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz ģeneratora (bloka ģenerators-transformators, ja ģeneratora ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģeneratora un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.14. Ģeneratoram pie starpfāžu īsslēgumiem, kā arī vienfāzes īsslēgumiem uz zemi, ja ģenerators pieslēgts elektrotīklam ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, statora tinumā un uz tā izvadiem jāparedz šādas aizsardzības:

3.2.14.1. Ģeneratoram ar 5 MW un lielāku jaudu jāparedz diferenciālā aizsardzība. Ģeneratora diferenciālai aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures;

3.2.14.2. Ģeneratoram ar jaudu no 0,5 MW līdz 5 MW un spriegumu virs 1 kV, kuram arī no neitrāles puses ir katras fāzes izvadi, jāparedz diferenciālā aizsardzība. Ja ģeneratoram nav fāžu izvadu no neitrāles puses, tad diferenciālās aizsardzības vietā jālieto MSA bez laika aiztures;

3.2.14.3. ģeneratoram ar jaudu līdz 0,5 MW un spriegumu virs 1 kV jāparedz MSA bez laika aiztures, kas uzstādīta uz ģenerators kopņu puses izvadiem. Ja MSA nenodrošina nepieciešamo jutību, tās vietā ģeneratoriem ar izvadiem no neitrāles puses ieteicams uzstādīt diferenciālo aizsardzību;

3.2.14.4. ģeneratoram ar jaudu līdz 0,5 MW un spriegumu līdz 1 kV jāparedz aizsargslēdzis ar maksimālstrāvas atkabni vai aizsargslēdzis ar MSA, kas uzstādīta uz ģenerators kopņu puses izvadiem, bet ar jaudu, lielāku par 0,5 MW un spriegumu līdz 1 kV – aizsargslēdzis ar MSA. MSA jādarbojas bez laika aiztures.

Piezīme: Aizsardzībai pie īsslēgumiem ģenerators statora tinumā un uz tā izvadiem jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.15. Ģeneratoram jālieto digitālā ģenerators diferenciālā aizsardzība. Aizsardzībai jābloķējas pie magnetizēšanas strāvām un pārejas procesu nesimetriskām strāvām. Jālieto digitālie releji ar zemu strāvas ķēžu ieejas pretestību. Ģenerators digitālajai diferenciālās aizsardzības minimālajai nostrādes strāvai, neņemot vērā bremsēšanu, jābūt ne lielākai par 0,3 no ģenerators nominālās strāvas.

Ģeneratoriem ar spriegumu līdz 1 kV digitālās diferenciālās aizsardzības vietā var lietot arī elektromehāniskās diferenciālās aizsardzības. Ģenerators elektromehāniskai diferenciālās aizsardzības minimālajai nostrādes strāvai, neņemot vērā bremsēšanu, jābūt ne lielākai par 0,6 no ģenerators nominālās strāvas. Ja ģenerators ar spriegumu līdz 1 kV strādā blokā ģenerators-transformators, transformators un bloka ģenerators-transformators elektromehāniskai diferenciālajai aizsardzībai minimālo nostrādes strāvu, neņemot vērā bremsēšanu, ieteicams pieņemt mazāku par transformators nominālo strāvu, bet, ja tehniski tas nav iespējams, tad minimālo nostrādes strāvu, neņemot vērā bremsēšanu, ieteicams pieņemt mazāku par 1,5 no transformators nominālās strāvas. Elektromehāniskajās diferenciālajās aizsardzībās jālieto speciālie elektromehāniskie strāvas releji, piemēram, ar piesātināšiem starpstāvmaiņiem, ar bremsēšanas tinumiem u.c., kas nereaģē uz magnetizēšanas strāvām un pārejas procesu nesimetriskām strāvām.

Diferenciālās aizsardzības darbības zonā bez ģenerators statora tinumiem jāietilpst arī savienojumam ar kopnēm līdz jaudas slēdzim, ja tāds ir ģenerators ķēdē.

MSA un aizsargslēdža maksimālstrāvas atkabnim jābūt trīsfāžu. Ja MSA vai aizsargslēdža maksimālstrāvas atkabnis nenodrošina nepieciešamo jutību vai ātrdarbību, tad jutības vai ātrdarbības nodrošināšanai, jāveic aplēses konkrētajam ģeneratoram un pieslēguma shēmai, un jāparedz viens no šādiem tehniskajiem risinājumiem:

3.2.15.1. blokam ģenerators-transformators jālieto nevirzīta MSA ar minimālsprieguma palaišanu, ņemot vērā, ka ģenerators tinumu izvadiem tuvi īsslēgumi izraisa ievērojamu sprieguma iekritumu. Tāpēc strāvas iestatījumu var izvēlēties pietiekami mazu, sprieguma iestatījumu var saskaņot ar sprieguma lielumiem pie īsslēguma transformators augstākā sprieguma pusē;

3.2.15.2. ģeneratoram jālieto virzīta MSA ar vai bez minimālsprieguma palaišanas, izvēli pamatojot ar aplēsēm.

Piezīme: Minimālsprieguma palaišanai jābūt trīsfāžu un jādarbojas, pazeminoties jebkuram no starpfāžu spriegumiem.

3.2.16. Blokam ģenerators-transformators ar ģeneratora jaudu virs 5 MW, ja statora tinumam ir fāžu izvadi neitrāles pusē un ģeneratoram nav jaudas slēdzis, pie starpfāžu īsslēgumiem, kā arī vienfāzes īsslēgumiem uz zemi blokā jāparedz ģenerators digitālā diferenciālā aizsardzība un transformatora digitālā diferenciālā aizsardzība. Blokam ģenerators-transformators ar ģeneratora jaudu virs 15 MW papildus jāparedz bloka digitālā diferenciālā aizsardzība.

Diferenciālām aizsardzībām jābloķējas pie magnetizēšanas strāvām un pārejas nesimetriskām strāvām. Jālieto digitālie releji ar zemu strāvas ķēžu ieejas pretestību. Ģenerators digitālā diferenciālā aizsardzības minimālajai nostrādes strāvai, neņemot vērā bremsēšanu, jābūt ne lielākai par 0,3 no ģenerators nominālās strāvas. Bloka ģenerators-transformators transformatora digitālā diferenciālā aizsardzības minimālajai nostrādes strāvai, neņemot vērā bremsēšanu, jābūt ne lielākai par 0,3 no transformatora nominālās strāvas. Bloka ģenerators-transformators digitālajai diferenciālā aizsardzības minimālajai nostrādes strāvai, neņemot vērā bremsēšanu, jābūt ne lielākai par 0,3 no transformatora nominālās strāvas.

Bloka ģenerators-transformators diferenciālo aizsardzību transformatora augstākā sprieguma pusē var pieslēgt iebūvētajiem transformatorā strāvmaiņiem, bet tādā gadījumā vadojums starp augstākā sprieguma jaudas slēdzi un transformatora augstākā sprieguma izvadiem jāaizsargā ar atsevišķu aizsardzību bez laika aiztures.

Blokam ģenerators-transformators ar jaudas slēdzi ģenerators ķēdē, ģenerators diferenciālai aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz ģenerators jaudas slēdža atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu. Blokam ģenerators-transformators bez jaudas slēdža ģenerators ķēdē ģenerators diferenciālai aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz bloka ģenerators-transformators atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

Bloka ģenerators-transformators diferenciālai aizsardzībai jādarbojas uz transformatora un ģenerators atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu. Blokiem ģenerators-transformators bez jaudas slēdža ģenerators ķēdē bloka diferenciālai aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures. Blokam ģenerators-transformators ar jaudas slēdzi ģenerators ķēdē bloka diferenciālai aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturi, kas nepārsniedz ģenerators jaudas slēdža SBA nostrādes laiku (līdz 150 ms), nodrošinot selektivitāti ar ģenerators diferenciālo aizsardzību un transformatora diferenciālo aizsardzību, kuras darbojas bez laika aiztures.

Pie starpfāžu īsslēgumiem blokā ģenerators-transformators var lietot ģenerators DA (skatīt 3.2.25. p.). Pie īsslēgumiem uz zemi transformatora augstākā sprieguma tinumā vai uz tā izvadiem jālieto ZSA, kas nepieciešamības gadījumā, lai panāktu aizsardzības darbību bez laika aiztures, jānodrošina ar darbības virzienu uz transformatoru. Papildus ZSA var lietot arī diferenciālo zemesslēguma aizsardzību, jo sevišķi, ja paredzēts transformatora režīms tikai ar cieši zemētu neitrāli, kurā ir uzstādīts strāvmaiņis. Izmantojot transformatora diferenciālo zemesslēguma aizsardzību, iespējams panākt ievērojami lielāku jutību un absolūto selektivitāti, salīdzinot ar ZSA.

Blokam ģenerators-transformators, ja strāva no elektrotīkla puses pie īsslēguma uz ģenerators izvadiem ievērojami lielāka par strāvu no ģenerators puses pie īsslēguma uz transformatora augstākā sprieguma izvadiem, jāparedz nevērīta MSA bloka augstākā sprieguma pusē. Ja strāva no elektrotīkla puses pie īsslēguma uz ģenerators izvadiem

nav ievērojami lielāka par strāvu no ģenerators puses pie īsslēguma uz transformatora augstākā sprieguma izvadiem, tad MSA bloka augstākā sprieguma pusē atļauts automātiski ieslēgt režīmā, kad bloks strādā ar atslēgtu ģeneratoru vai lietot MSA ar darbības virzienu no transformatora uz ģeneratoru.

3.2.17. Ģeneratoram ar paralēliem statora tinuma zariem fāzēs un atsevišķiem to neitrāļu izvadiem pie starpvijumu īsslēgumiem statora fāzes tinumā jāparedz MSA, kas reaģē uz strāvas palielināšanos savienojumā starp atsevišķu fāžu tinumu zaru neitrāļu izvadiem.

Aizsardzībai jāreaģē uz strāvas pirmo harmoniku, filtrējot pārējās, īpaši trešo harmoniku.

Aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.18. Ģeneratoram pie vienfāzes zemesslēgumiem statora tinumā jāparedz statora ZSA. Ja nevar izmantot ZSA, jo zemesslēguma kapacitīvā strāva mazāka par iespējamo aizsardzības iestatījumu, vai nav iespējams uzstādīt nullsecības strāvmaini, tad ģeneratoram pie vienfāzes zemesslēgumiem statora tinumā jālieto nullsecības maksimālsprieguma aizsardzība, kura reaģē uz nullsecības sprieguma pirmo harmoniku. Aizsardzība var vienlaikus kontrolēt izolāciju.

Ja ģenerators ieslēgts elektrotīklā caur mazrezistīvu pretestību zemētā neitrālē, tad statora nullsecības maksimālsprieguma aizsardzības vietā jālieto ZSA vai statora diferenciālā zemesslēguma aizsardzība.

Blokiem ģenerators-transformators ar ģenerators jaudu 15 MW un lielāku bez ģenerators sprieguma nozarojumiem, bet ar nozarojumiem uz pašpatēriņa transformatoru jāparedz aizsardzība pie vienfāzes zemesslēgumiem ģenerators statora ķēdē, kas aptver 100 % no statora tinuma. Ģeneratoriem ar jaudu 0,5 MW un lielāku jāparedz nullsecības maksimālsprieguma aizsardzība, kas reaģē uz nullsecības sprieguma pirmo harmoniku un aizsargā līdz 95 % no statora tinuma. Ja aizsardzībai atbilstoši LEK 002 prasībām jādarbojas uz atslēgšanu, nevis uz signālu, tad tai ar laika aizturi, ne lielāku par 1 s, jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

Ģeneratoram, ja tam ir elektriskā saite ar pašpatēriņa elektrotīklu vai elektroenerģijas lietotājiem, kuriem elektroapgāde tiek nodrošināta pa elektrolīnijām no ģenerators sprieguma nozarojumiem un kapacitīvā zemesslēgumu strāva ir 5 A un lielāka, jāuzstāda aizsardzība pie vienfāzes zemesslēgumiem ģenerators statora tinumā, kura darbojas uz ģenerators atslēgšanu. Ja kapacitīvā zemesslēguma strāva ir mazāka par 5 A, tad aizsardzību pie vienfāzes zemesslēgumiem var izveidot tāpat kā blokiem ģenerators-transformators bez ģenerators sprieguma nozarojumiem.

Jāparedz atsevišķa aizsardzība pie vienfāzes zemesslēgumiem bloka ģenerators-transformators ģenerators sprieguma pusē, ja tā nav ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, un ģenerators ķēdē ar transformatoru ir jaudas slēdzis. Aizsardzības aizsargposmā ietilpst bloka transformators zemākā sprieguma puses tinumi un posms no transformators izvadiem līdz ģenerators jaudas slēdzim. Aizsardzībai jādarbojas uz signālu.

3.2.19. Ģeneratoram ar jaudu 0,5 MW un lielāku pie statora tinumu strāvas pārslodzes jāparedz MSA ar laikneatkarīgu vai laikatkarīgu nostrādes raksturlielni. Laikatkarīga nostrādes raksturlielne nedrīkst pārsniegt statora tinuma pieļaujamo pārslodzes strāvraksturlielni.

MSA jābūt trīsfāžu un jādarbojas ar mazāku laika aizturi uz signālu un ar lielāku laika aizturi uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

Ģeneratoram ar jaudu 15 MW un lielāku pie statora tinumu strāvas pārslodzes papildus iepriekš norādītai MSA jāparedz termiskā pārslodzes strāvas aizsardzība, kas modelē katras fāzes statora tinumu temperatūru, ņemot vērā statora tinumu silšanas siltuma konstanti un atdzišanās siltuma konstanti. Aizsardzībai jādarbojas pie noteikta statora strāvas lieluma vai noteiktas zemākas statora tinuma temperatūras uz signālu un ģenerators atslogošanu (ja tas ir paredzēts), bet pie noteiktas augstākas temperatūras – uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.20. Ģeneratoram, paaugstinoties spriegumam, uz ģenerators statora izvadiem jāparedz maksimāls sprieguma aizsardzība.

Aizsardzība reaģē uz nepieļaujamu sprieguma paaugstināšanos bloka ģenerators-transformators ģenerators pusē, ko var izsaukt, piemēram, bojājumi ģenerators ierosmē un tās vadības elementos vai strauja slodzes nomešana ģeneratorā.

Aizsardzībai var paredzēt divas pakāpes. Pirmā pakāpe var būt ar iestatījumu, piemēram, $1,35 U_n$ bez laika aiztures, bet otrā pakāpe – ar iestatījumu, piemēram, no $1,15 U_n$ līdz $1,2 U_n$ un laika aizturi 1 s – 3 s. Iestatījumi var atšķirties no šeit norādītajiem, ja ģenerators ražotājs nosaka citus lielumus. Abām pakāpēm jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.21. Ģeneratoram, pazeminoties spriegumam, uz ģenerators statora izvadiem jāparedz minimāls sprieguma aizsardzība.

Aizsardzība reaģē uz sprieguma pazemināšanos bloka ģenerators-transformators ģenerators pusē, ko var izsaukt, piemēram, bojājumi ģenerators ierosmē un tās vadības elementos.

Aizsardzībai jāparedz viena vai divas pakāpes. Sprieguma iestatījumi var būt diapazonā, piemēram, $0,8 U_n - 0,9 U_n$, laika aiztures iestatījumi var būt, piemēram, 1 s un lielāki. Pakāpei ar zemāku sprieguma iestatījumu jāparedz mazāka laika aizture nekā pakāpei ar augstāku sprieguma iestatījumu. Aizsardzība, kas netiek vienlaicīgi paredzēta arī tuvu īsslēgumu atslēgšanai, jābloķē bez laika aiztures, ja spriegums samazinās līdz $0,1 U_n - 0,2 U_n$, kas var liecināt par sprieguma ķēžu bojājumu. Aizsardzībai jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.22. Bloka ģenerators-transformators transformatoram un ģeneratoram ar jaudu 5 MW un lielāku pie pārierosmes jāparedz pārierosmes aizsardzība (V/Hz).

Bloka ģenerators-transformators transformatora un ģenerators pāriersmes aizsardzība reaģē pie nepieļaujamā sprieguma pret frekvenci attiecības paaugstināšanās, ko izsauc gan ģenerators sprieguma paaugstināšanās, gan elektroenerģijas sistēmas frekvences ievērojama pazemināšanās. Aizsardzībai jābūt ar regulējamu pāriersmes laikatkarīgu raksturlīkni, un tās iestatījumi jāsaņem ar bloka ģenerators-transformators transformatora un ģenerators pieļaujamo pāriersmes raksturlīkni.

Aizsardzībai jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.23. Ģenerators ar jaudu 0,5 MW un lielāku pie ģenerators pretējās secības strāvas pārslodzes jāparedz pretējās secības strāvas aizsardzība. Aizsardzībai jāaizsargā ģenerators pie ārējiem nesimetriskiem īsslēgumiem un jārezervē blakus elektrotīkla aizsardzības.

Pretējās secības strāvas aizsardzība var būt ar laikneatkarīgu raksturlīkni un divām laika aiztures pakāpēm. Aizsardzības pakāpei ar lielāku laika aizturi nostrādes strāva nedrīkst pārsniegt pieļaujamo pretējās secības strāvu ģenerators; aizsardzības mazākai laika aizturi pieļaujama pretējās secības strāvas laika intervāls nedrīkst pārsniegt pieļaujamo divfāžu īsslēguma uz ģenerators izvadiem laika intervālu.

Pretējās secības strāvas aizsardzība var būt ar integrālatkarīgu raksturlīkni, kas atbilst aizsargājamā ģenerators pieļaujamās pretējās secības pārslodzes strāvraksturlīknei un nepārsniedz šo raksturlīkni.

Jāparedz pretējās secības strāvas aizsardzības jutīga pakāpe ar laikneatkarīgu raksturlīkni, kas darbojas uz signālu. Šīs pakāpes nostrādes strāva nedrīkst būt lielāka par attiecīgajam ģenerators tipam ilgstoši pieļaujamo pretējās secības strāvu.

Aizsardzībai jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.24. Ģenerators, kuram ierosme barojas no rotējošā ierosinātāja, kas atrodas uz kopējas vārpstas ar ģenerators, pie ārējiem īsslēgumiem jāparedz trīsfāžu MSA ar minimālsprieguma palaišanu. Aizsardzība vienlaikus nodrošina tuvās rezervēšanas funkciju, rezervējot ģenerators un bloka ģenerators-transformators transformatora pamataizsardzības pie īsslēgumiem ģenerators vai transformators, ja kāda no tām nav nostrādājusi. Nepieciešamības gadījumā lielāku ātrdarbību tuvai un tālai rezervēšanai var panākt, ja MSA ar minimālsprieguma palaišanu vietā lieto DA, kā norādīts 3.2.25. p.

MSA jāpieslēdz strāvmaiņiem ģenerators izvados neitrāles pusē. Bloka ģenerators-transformators strādājošam ģenerators MSA minimālsprieguma palaišana jāparedz no ģenerators sprieguma puses un no transformators augstākā sprieguma puses.

Ģenerators ar spriegumu līdz 1 kV jālieto aizsargslēdzis ar maksimālstrāvas atkabni vai MSA, to uzstādot uz ģenerators kopņu puses izvadiem. Ja ģenerators neitrālē ir fāžu izvadi, minētā aizsardzība jāpieslēdz strāvmaiņiem, kas uzstādīti uz šiem izvadiem. Nepieciešamās jutības nodrošināšanai MSA var izpildīt ar minimālsprieguma palaišanu.

Aizsardzības nostrādes strāvai jābūt ar drošuma koeficientu 1,3 – 1,5 attiecībā pret ģenerators nominālo strāvu. Minimālsprieguma palaišanai jābūt trīsfāžu izpildījumā, tā jāpieslēdz starpfāžu spriegumiem un tai jādarbojas, pazeminoties jebkuram no tiem līdz

iestatījuma robežlielumam. Aizsardzības nostrādes laiks jāaskaņo ar blakus aizsargposmu aizsardzībā. Aizsardzībai var būt vairākas pakāpes, nodrošinot tālo rezervēšanu un selektivitāti.

Ja šajā punktā norādītās aizsardzības nenodrošina nepieciešamo jutību un ātrdarbīgumu, tad ģeneratoriem ar spriegumu virs 1 kV un jaudu 5 MW un lielāku pieļaujams lietot DA (par aizsardzības pieslēguma shēmu un darbību skatīt 3.2.25. p.).

Pie ārējiem īsslēgumiem aizsardzībai jādarbojas uz ģeneratora (bloka ģenerators-transformators, ja ģeneratora ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģeneratora un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.25. Ģeneratoram ar jaudu no 5 MW līdz 15 MW, kuram ierosme barojas no ierosmes transformatora, pie ārējiem īsslēgumiem jāparedz trīsfāžu maksimālstrāvas spriegumatkarīga aizsardzība. Šādai aizsardzībai raksturīga nostrādes strāvas samazināšanās, samazinoties ģeneratora spriegumam atbilstoši izvēlētai raksturīknei. Aizsardzībai jārezervē blakus aizsargposmu aizsardzības, kā arī ģeneratora un bloka ģenerators-transformators pamataizsardzības. Ja ar šādas aizsardzības izmantošanu neizdodas panākt nepieciešamu jutību un ātrdarbīgumu, tad jālieto DA.

Ģeneratoram ar jaudu 15 MW un lielāku pie ārējiem īsslēgumiem jāparedz DA ar trim pakāpēm.

Prasība lietot DA parastās MSA vietā, ja ģeneratora ierosme barojas no ierosmes transformatora, ir saistīta ar ģeneratora ierosmes sprieguma pazemināšanos pie īsslēguma. Notiekot īsslēgumam ģeneratora statorā vai tuvu elektrotīklā (tuvu ģeneratora sprieguma sadalnes kopnēm) vai transformatorā, kā arī pie ģeneratora vai transformatora pamataizsardzību atteices, parastā MSA var atteikt, jo īsslēgums izraisa ģeneratora sprieguma ievērojamu iekritumu un tā rezultātā ģeneratora rotora tinumā elektromagnētiskais lauks strauji samazinās, bet īsslēguma strāva jau aptuveni pēc 1 s samazinās līdz ģeneratora nominālajai strāvai un aptuveni pēc 3 s – 5 s tā samazinās līdz minimālam lielumam.

DA jāpieslēdz iebūvētiem strāvmaiņiem ģeneratora neitrāles izvados un spriegummaiņiem ģeneratora kopņu pusē, lai nodrošinātu DA darbību pie trīsfāžu īsslēguma uz ģeneratora izvadiem, kā arī režīmā, kad ģenerators nav pieslēgts elektrotīklam. Pie šādas slēguma shēmas DA jābūt ar četrstūra vai aplveida raksturīkni ar nostrādes raksturīknes nobīdes iespēju kompleksajā pretestību plaknē. Aizsardzības pirmā zona atkarībā no selektivitātes prasībām ar minimālu laika aizturi (līdz 100 ms – 200 ms) var aizsargāt statoru un līdz 0,8 no bloka ģenerators-transformators transformatora. Pirmās zonas nostrāde jābloķē, pie sinhronisma zaudēšanas ar elektroenerģijas sistēmu. Ar šādiem nosacījumiem pirmā zona rezervē ģeneratora un daļēji bloka ģenerators-transformators pamataizsardzības. Tieši uz ģeneratora sprieguma sadalnes kopnēm strādājošiem ģeneratoriem pirmās zonas nostrādes laiks var būt lielāks par 100 ms – 200 ms, (līdz 300 ms – 400 ms), ja to nevar saskaņot ar blakus aizsargposmu pamataizsardzībām. Aizsardzības otrā zona, ievērojot selektivitātes prasības, ar laika aizturi līdz 0,6 s – 1,0 s var aizsargāt visu statoru un bloka ģenerators-transformators transformatoru, kā arī savas nostrādes zonas robežās rezervēt blakus īsāko aizsargposmu aizsardzības. Blakus garāko aizsargposmu aizsardzību rezervēšanai paredzēta trešā zona.

Aizsardzībai jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.26. Ģeneratoram, kas kopā ar turbīnu darbojas sūkņu režīmā, pie frekvences pazemināšanās jāparedz frekvences pazemināšanās aizsardzība, kurai jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu. Frekvences pazemināšanās aizsardzība var būt paredzēta arī ģeneratoru (hidroģeneratoru) automātiskai palaišanai elektrostacijās ar stāvošiem ģeneratoriem.

Aizsardzības iestatījumi jāizvēlas, izejot no turbīnas un ģenerators raksturliņķēm sūkņa režīmā, kas nosaka maksimālo pieļaujamo laiku darbam ar pazeminātu frekvenci, vai arī ievērojot elektroenerģijas sistēmas stabila darba drošuma kritērijus, kuri prasa nodrošināt automātisku hidroģeneratoru palaišanu.

3.2.27. Ģeneratoram, zaudējot ierosmi, jāparedz viena no šādām aizsardzībām:

3.2.27.1. aizsardzība, kas izmanto strāvas virzienu ar minimālsprieguma un maksimālstrāvas funkciju. Aizsardzības nostrādes raksturliņķnei jāatrodas maksimāli tuvu ģenerators P/Q robežraksturliņķnei, kura noteikta, balstoties uz termiskās pārslodzes vai elektriskās stabilitātes nodrošinājuma kritērijiem. Ja ģenerators režīma punkts P/Q plaknē nonāk aizsardzības nostrādes zonā, aizsardzībai ar mazāku laika aizturi jādarbojas uz signālu, bet, ja papildus nostrādā arī minimālsprieguma vai maksimālstrāvas funkcija, tad aizsardzībai ar lielāku laika aizturi jādarbojas uz ģeneratoru atslēgšanu;

3.2.27.2. aizsardzība, kas izmanto automātisko ierosmes regulatora P/Q ierobežošanas funkciju un darbojas ar laika aizturi, ja pārsniegta P/Q raksturliņķnes pieļaujamā robeža;

3.2.27.3. DA ar četrstūra vai aplveida pretestību raksturliņķni, nobīdītu kompleksajā plaknē no koordinātu krustpunkta uz negatīvas induktīvās pretestības ass pusi. Nostrādes raksturliņķņu parametrus un nobīdi nosaka atbilstošas ģenerators induktīvās pretestības X'_d un X_d lielumi;

3.2.27.4. aizsardzība, kas izmanto minimālās rotora strāvas ierobežošanas funkciju un darbojas ar laika aizturi, piemēram, samazinoties rotora strāvai līdz 8 % no nominālās ierosmes strāvas vai citam lielumam, ko nosaka ģenerators ražotājs. Aizsardzībai jāizmanto rotora ķēdes līdzstrāva.

Piezīme 1: Aizsardzības, kas kontrolē ģenerators režīmu P/Q plaknē, izmantojot DA principus, ir efektīvākas un ar augstāku selektivitātes pakāpi, sevišķi režīmos, kuros sākas asinhronā gaīta elektroenerģijas sistēmā.

Piezīme 2: Ģeneratoriem ar jaudu līdz 5 MW aizsardzība, zaudējot ierosmi, nav obligāta, bet ir vēlama, īpaši, ja ģenerators aprīkots ar digītā lām aizsardzībām.

Piezīme 3: Ģeneratoriem, neatkarīgi no to jaudas, jāparedz loģiskā aizsardzība pie ierosmes zaudēšanas bez laika aiztures, elektromagnētiskam atkabnim atslēdzot loka dzēšanas aizsargslēdzi, ko nosaka pēc tās pa līgkontakta stāvokļa.

Piezīme 4: Ja ģeneratoram atbilstoši LEK 002 vai ražotāja prasībām nav pieļauts asinhronais režīms, ja tam atslēgta ierosme, tad aizsardzībai pie ierosmes zaudēšanas jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu. Analoga darbība jāparedz arī tad, ja elektromagnētiskais atkabnis atslēdzis lauka dzēšanas aizsargslēdzi.

Piezīme 5: Ja ģeneratoram atbilstoši LEK 002 un ražotāja prasībām pieļauts asinhronais režīms pie atslēgtas ierosmes, tad, nostrādājot aizsardzībai pie ierosmes zaudēšanas vai elektromagnētiskam atkabinim atslēdzot elektromagnētiskā lauka dzēšanas aizsargslēdzi, jādarbojas signalizācijai par ierosmes zaudēšanu. Ja asinhronais režīms pie atslēgtas ierosmes atļauts ierobežotu laiku un ar ierobežotu aktīvo jaudu, tad šādu prasību izpilde jānodrošina aizsardzībai pie ierosmes zaudēšanas un elektrostacijas operatīvajampersonālam.

3.2.28. Ģeneratoram ar ieslēgtu ierosmi jāparedz asinhronā režīma aizsardzība. Aizsardzībai jādarbojas uz ģeneratora (bloka ģenerators-transformators, ja ģeneratora ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģeneratora un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.29. Ģeneratoram pie pretēja aktīvās jaudas virziena jāparedz pretvirziena aktīvās jaudas aizsardzība, kura nostrādā, ģeneratoram zaudējot mehānisko turbīnas vai dzinēja jaudu.

Aizsardzība jāparedz ģeneratoram ar spriegumu virs 1 kV un jaudu 0,5 MW un lielāku.

Ja no elektroenerģijas sistēmas patērētā aktīvā jauda, ģeneratoram zaudējot turbīnas vai dzinēja mehānisko jaudu, ir nepietiekama aizsardzības darbībai, tad pretvirziena aktīvās jaudas aizsardzības vietā jālieto minimālās aktīvās jaudas aizsardzība, kura nostrādā, ja ģeneratora ražotā aktīvā jauda samazinās līdz iestatītam lielumam.

Lai nodrošinātu aizsardzībai prasīto jutību, nosakot mazu aktīvās jaudas lielumu, jānodrošina minimāla leņķa kļūda strāvmaiņos un to sekundārajās ķēdēs ar mazām strāvām. Ieteicams lietot aizsardzību ar leņķa kompensāciju.

Ģeneratoram darbojoties elektrodzinēja režīmā, tā ierobežojumus nosaka prasības turbīnai vai dzinējam un ar to saistītai iekārtai. Aizsardzībai, ģeneratoram strādājot elektrodzinēja režīmā, atbilstoši prasībām turbīnai utt. jādarbojas ar vai bez laika aiztures uz ģeneratora (bloka ģenerators-transformators, ja ģeneratora ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģeneratora un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

Ja saskaņā ar 3.2.37. p. prasībām paredzēta iepriekšēja turbīnas (dzinēja) atslogošana līdz iepriekš noteiktai minimālai aktīvai jaudai, pirms ģeneratora atslēgšanas no elektrotīkla jaudas lieluma kontrolei jāizmanto minimālā aktīvās jaudas aizsardzība, kas bloķē ģeneratora atslēgšanu no atsevišķām aizsardzībām, pirms tā ražotā aktīvā jauda nav samazinājusies līdz iestatītajam lielumam.

3.2.30. Stāvoša ģeneratora nejaušai ieslēgšanai elektrotīklā jāparedz ātrdarbīga aizsardzība ar kombinētu maksimālstrāvas un minimālsprieguma funkciju.

Ja uz stāvošu ģeneratoru padod no elektrotīkla puses spriegumu, tas, tāpat kā stāvošs elektrodzinējs, sprieguma padošanas brīdī patērē no elektrotīkla lielu strāvu (no I_n līdz $4 I_n$ un vairāk), bet sprieguma iekritums uz ģeneratora izvadiem sasniedz no 20 % līdz 70 % no U_n . Strāvas un sprieguma lielumus nosaka elektrotīkla ekvivalentā pretestība līdz ģeneratora izvadiem, kā arī ģeneratora pretestība, kuru aplēsēs aizvieto ar induktīvo garenpretestību X''_d . Maksimālstrāvas un minimālsprieguma funkcijai jābūt trīsfāžu izpildījumā, padodot strāvas no ģeneratora izvadu strāvmaiņiem un spriegumus no ģeneratora izvadu spriegummaiņiem. Aizsardzība nostrādā, ja visu fāžu strāvas pārsniedz iestatījumu un spriegumi ir zemāki par iestatījuma lielumu. Minimālsprieguma funkcijai, kas saistīta ar maksimālstrāvas funkciju, jāparedz laika aizture uz atgriešanos, ņemot vērā, ka, padodot spriegumu uz stāvošu ģeneratoru, spriegums uz ģeneratora izvadiem varētu pieaugt un cikliski mainīties (pulsēt) līdz brīdim, kad strāva ir sasniegusi iestatīto lielumu.

Aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu un SBA palaišanu. Ja ģenerators ir darba stāvoklī, aizsardzība automātiski jāatslēdz no darba vai tai jāpalielina laika aizture, kas nodrošinātu aizsardzības selektīvu darbību, pie maksimāliem īsslēgumu atslēgšanas laikiem.

3.2.31. Ģeneratoram pie ģenerators vārpstas gultņu izolācijas pretestības pazemināšanās jāparedz vārpstas strāvas aizsardzība vai kontrole.

Vārpstas strāvas aizsardzība vai kontrole jāparedz hidroģeneratoriem ar 5 MW un lielāku jaudu, turboģeneratoriem ar 15 MW un lielāku jaudu.

Normāli uz ģenerators vārpstas inducējās spriegums, kura lielums turboģeneratoriem ir aptuveni no 0,5 V līdz 1 V, bet hidroģeneratoriem – no 10 V līdz 30 V. Inducētais spriegums veidojas no daudzām harmonikām, kuras mainās atkarībā no ģenerators slodzes. Ņemot vērā, ka turboģenerators vārpsta ir zemēta vienā punktā, bet hidroģenerators vārpsta zemēta caur ūdenī esošu turbīnas daļu, pasliktinoties ģenerators vārpstas gultņu izolācijai pret zemi, kuras izolējošu slāni veido gultņa eļļa, veidojas kontūrs ar ļoti mazu pretestību, un tā rezultātā no inducētā sprieguma caur bojātās izolācijas gultni rodas liela strāva. Šī strāva izraisa gultņa mehānisku bojājumu. Pieņemts, ka strāva caur gultni nedrīkst pārsniegt 1 A. Aizsardzības nostrādes strāva atkarīga no vārpstas diametra, piemēram, 0,25 A pie diametra 0,2 m un 0,75 A pie diametra 0,8 m. Aizsardzībai jābūt ar atgriešanās laika aizturi ap 0,5 s, lai nodrošinātu tās darbību, ja gultņa izolācijas pretestība pret zemi ir mainīga. Ja normālā režīmā vārpstas strāvā ir liela pirmās harmonikas komponente, tad jutības nodrošināšanai jālieto relejs, kas reaģē arī uz 3. harmonikas komponenti.

Aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturi uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

Aizsardzība nodrošina jutīgāku gultņu stāvokļa kontroli, salīdzinot ar vārpstas vibrācijas kontroli.

3.2.32. Palaižoties ģeneratoram ar turbīnu sūkņa režīmā, pie īsslēgumiem ģenerators statora tinumā jāparedz MSA un diferenciālā aizsardzība ar frekvencatkarīgu nostrādes strāvu. Nostrādes strāvai lineāri jāsamazinās, pazeminoties frekvencei, bet aizsardzības darbība jānodrošina pat līdz frekvencei 4 Hz – 5 Hz.

Palaižoties ģeneratoram ar turbīnu sūkņa režīmā, pie vienfāzes zemesslēgumiem ģenerators statora tinumā jāparedz statora zemesslēguma aizsardzība ar frekvencatkarīgu nostrādes spriegumu. Aizsardzībai jāreaģē uz nullsecības sprieguma pirmo harmoniku un jāaizsargā līdz 95 % no statora tinuma. Nostrādes spriegumam lineāri jāsamazinās, pazeminoties frekvencei, bet aizsardzības darbība jānodrošina pat līdz frekvencei 4 Hz – 5 Hz.

Norādītas aizsardzības tiek automātiski ieslēgtas, palaižoties ģeneratoram ar turbīnu sūkņa režīmā, un tiek bloķētas, ģenerators apgriezieniem (frekvencei) sasniedzot 80 % – 90 % no nominālās vērtības.

Aizsardzībai pie īsslēgumiem ģenerators statora tinumā jādarbojas bez laika aiztures uz tā (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

Ja aizsardzībai pie vienfāzes zemesslēgumiem statora tinumā atbilstoši LEK 002 prasībām jādarbojas uz atslēgšanu, nevis uz signālu, tad ar laika aizturi, ne lielāku par 1 s, tai jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

3.2.33. Ģenerators un ierosmes iekārtu ražotājs var paredzēt vēl citas aizsardzības un vadības iekārtas, kas nav norādītas šajā nodaļā, piemēram, roto termoaizsardzību, ierosmes sistēmas pusvadītāju taisngrieža termoaizsardzību, neseismīgas sākumierosmes aizsardzību, elektromehāniskā ierosinātāja strāvas noņēmēja (gredzena) loka aizsardzību un citas.

3.2.34. Bloka ģenerators-transformators rezerves aizsardzība jāizveido, ievērojot šādas prasības:

3.2.34.1. bloka ģenerators-transformators transformatora zemākā sprieguma pusē aizsardzību var neparedzēt, bet izmantot ģenerators aizsardzību;

3.2.34.2. aizsardzība, kas paredzēta tālai rezervēšanai, var būt ar divām laika aizturi pakāpēm: ar pirmo laika aizturi pakāpi tā darbojas uz primārās shēmas dalīšanu augstākā sprieguma pusē (piemēram, atslēdzot kopņu sajūgslēdzi vai sekcijslēdzi), bet ar otro laika aizturi pakāpi tā darbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu;

3.2.34.3. aizsardzībai, kas paredzēta tuvai rezervēšanai, ir jādarbojas uz ģenerators atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu, ja tas nepieciešams saskaņā ar 3.2.35. p. prasībām;

3.2.34.4. rezerves aizsardzības pakāpēm vai aizsargslēdžu aizsardzībām, atkarībā no to nozīmes un izmantošanas lietderības tālai un tuvai rezervēšanai, var būt viena vai vairākas laika aizturi pakāpes;

3.2.34.5. izmantojot MSA ar minimālsprieguma palaišanu, minimālsprieguma palaišanas funkciju ieteicams paredzēt gan no ģenerators sprieguma, gan no elektrotīkla augstākā sprieguma puses;

3.2.34.6. bloka ģenerators-transformators pamataizsardzībām un rezerves aizsardzībām jāparedz atsevišķi izejas releji un to operatīvo ķēžu un elementu barošana no dažādiem līdzsprieguma aizsargslēdžiem un dažādām akumulatoru baterijām, ja tādas ir.

3.2.35. Ģenerators statora un bloka ģenerators-transformators transformatora aizsardzībām, kā arī ģenerators roto aizsardzībām, darbojoties uz atslēgšanu pie iekšējiem bojājumiem, jāatslēdz no elektrotīkla bojātais elements, jādzēs ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskais lauks, jāaptur turbīna (dzinējs), jāpalaiž SBA.

Ja aizsardzību darbības rezultātā ģenerators un turbīnas pašpatēriņš zaudē barošana no bloka ģenerators-transformators ģenerators nozarojuma, aizsardzībai jādarbojas arī uz nozarojuma jaudas slēdža atslēgšanu, lai, izmantojot ARI, pašpatēriņa barošana pārslēgtu uz rezerves barošanas avotu.

Ģenerators un bloka ģenerators-transformators transformatora rezerves aizsardzībām pie ārēja īsslēguma jādarbojas atbilstoši 3.2.34.2. p., 3.2.34.4. p. un 3.2.34.5. p. prasībām.

Termoelektrostacijās ar blokshēmu siltumtehnikajā daļā iekšēja bojājuma gadījumā atslēdzot bloku ģenerators-transformators, pilnībā jāaptur viss bloks. Pie ārējiem bojājumiem, kā arī aizsardzību darbības gadījumos rezerves zonā, kad iespējama bloka darbības ātra atjaunošana, bloks ģenerators-transformators automātiski jāpārslēdz uz ģenerators darbību pašpatēriņa režīmā, ja siltummehānikajām un citām energoiekārtām šis režīms ir pieļaujams.

Hidroelektrostacijās, atslēdzot bloku ģenerators-transformators iekšēja bojājuma gadījumā, jāatslēdz bloks ģenerators-transformators, kā arī jāaptur hidroagregāts.

3.2.36. Sadales elektrotīklam vai pārvades elektrotīklam ar elektrolīniju pieslēgtais bloks ģenerators-transformators bez jaudas slēdža starp elektrolīniju un transformatoru veido bloku ģenerators-transformators-elektrolīnija. Šādā blokā ģeneratoram ar spriegumu virs 1 kV jāparedz jaudas slēdzis, ģeneratoram ar spriegumu līdz 1 kV jāparedz aizsargslēdzis, elektrolīnijai pieslēgšanas vietā sadales elektrotīklam vai pārvades elektrotīklam jāparedz jaudas slēdzis. Ja transformatoram pieslēgts vairāk par vienu ģeneratoru, katram ģeneratoram jāparedz atsevišķs jaudas slēdzis vai aizsargslēdzis.

Blokam ģenerators-transformators-elektrolīnija pamataizsardzības un rezerves aizsardzības jāizveido atbilstoši prasībām, kādas tiek izvirzītas blokiem ģenerators-transformators aizsardzībām un elektrolīnijas aizsardzībām.

Kā pamataizsardzības blokam ģenerators-transformators-elektrolīnija jāparedz: ģeneratoram – ģenerators diferenciālā aizsardzība, transformatoram – transformators diferenciālā aizsardzība un elektrolīnijai – elektrolīnijas GDA. Transformatoram un elektrolīnijai pieļaujams paredzēt kopīgo diferenciālo aizsardzību, ja aizsardzības strāvas ķēžu kontrolkabeļa garums nepārsniedz aptuveni 800 m, un pie maksimālām īsslēguma strāvām strāvmaiņi kopā ar sekundārajām ķēdēm darbojas savas precizitātes klases robežās. Kopīgā transformators un elektrolīnijas diferenciālā aizsardzība jāveido, izmantojot transformators diferenciālās aizsardzības funkciju, nevis elektrolīnijas GDA funkciju.

Atslēdzot ģeneratoru, aizsardzībām jādarbojas uz ģenerators jaudas slēdža atslēgšanu, ģenerators un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu, SBA palaišanu un turbīnas (dzinēja) apturēšanu.

Notiekot bojājumam transformatorā vai elektrolīnijā, jāatslēdz ģenerators un elektrolīnija, izmantojot atslēgšanai bez laika aiztures komandu pārraidi abos virzienos starp elektrolīnijas galiem. Komandu pārraidei jāizmanto elektronisko sakaru kanāli un komandu pārraides ierīces. 110 kV un 330 kV elektrolīnijām komandu pārraides ierīces jāduplē.

Pie ārējiem bojājumiem pieslēguma vietas blakus sadales elektrotīklā vai pārvades elektrotīklā, darbojoties bloka ģenerators-transformators-elektrolīnija aizsardzībām rezerves zonā, kad iespējama bloka darbības ātra atjaunošana, bloks automātiski jāpārslēdz uz ģenerators darbību pašpatēriņa vai izolētā režīmā, ja siltummehānikajām un citām energoiekārtām šāds režīms pieļaujams. Šādiem gadījumiem jāparedz ģenerators sinhronizēšana ar sadales elektrotīklu vai pārvades elektrotīklu un elektrolīnijas jaudas slēdža ieslēgšana no sinhronizācijas ierīces.

Gadījumos, kad elektrolīnijas 330 kV jaudas slēdzis neatslēdzas ar visām fāzēm, jānodrošina SBA palaišana no NFA, ievērojot 3.1.22. p. un 3.1.23. p. prasības individuālai NFA un summārai NFA.

3.2.37. Lai nepieļautu ģenerators rotorā rotēšanas ātruma bīstamu palielināšanos, veicot paredzētu ģenerators atslēgšanu vai darbojoties aizsardzībām pie nenormāliem darba režīmiem un bojājumiem, kuri neprasa momentānu ģenerators atslēgšanu no elektrotīkla, piemēram, aizsardzībai pie zemesslēgumiem statora tinumā vai statora (rotora) pārslodzes strāvas aizsardzībai, var paredzēt sākotnēju turbīnas (dzinēja) atslogošanu līdz minimālai aktīvai jaudai un tikai tad padot komandu uz ģenerators atslēgšanu no elektrotīkla. Šajā gadījumā iepriekš jāparedz, kuras no iedarbēm uz ģenerators atslēgšanu bloķēt ar minimālās aktīvās jaudas aizsardzību (skatīt 3.2.29. p.).

3.2.38. Magnetizēšanas strāvu minimizēšanai, padodot pārvades elektrotīkla 330 kV spriegumu uz bloka ģenerators-transformators vai ģenerators-transformators-elektrolīnija transformatoru, ieteicams lietot fāžu koordinētas ieslēgšanas/atslēgšanas releju (funkciju). Ņemot vērā magnētva konstrukciju, tinumu slēguma veidu, jaudas slēdža ieslēgšanas un atslēgšanas laikus, funkcijas algoritms nodrošina ieslēgšanas un atslēgšanas komandas padošanu katrai 330 kV jaudas slēdža fāzei atsevišķi optimālā brīdī.

Nav pieļaujams izmantot fāžu koordinētas ieslēgšanas/atslēgšanas funkciju:

3.2.38.1. transformators jaudas slēdža ieslēgšanai, pieslēdzot pārvades elektrotīklam pašpatēriņa vai izolētā režīmā darbā esošu ģenerators. Šādā režīmā transformators jaudas slēdzis jāieslēdz no ģenerators sinhronizēšanas funkcijas, kas nodrošina transformators jaudas slēdža fāžu vienlaicīgu ieslēgšanu brīdī, kad leņķis starp pārvades elektrotīkla un ģenerators spriegumiem ir 0° ;

3.2.38.2. transformators jaudas slēdža atslēgšanai no vadības, atslēdzot transformatoru no pārvades elektrotīkla, ģeneratoram paliekot darbā pašpatēriņa vai izolētā režīmā. Šādā režīmā transformators jaudas slēdzim jāatslēdz visas fāzes vienlaicīgi;

3.2.38.3. transformators jaudas slēdža atslēgšanai no aizsardzībām un automātikām, kas paredzētas traucējumu novēršanai vai likvidēšanai.

3.3. Asinhrono ģenerators un bloku asinhronais ģenerators-transformators aizsardzības

3.3.1. Tieši uz ģenerators sprieguma sadalnes kopnēm strādājošiem asinhronajiem ģeneratoriem jāparedz šādas aizsardzības:

3.3.1.1. pie īsslēgumiem ģenerators statora tinumā un uz tā izvadiem jāparedz MSA bez laika aiztures. Ja MSA nevar nodrošināt nepieciešamo jutību, tās vietā jālieto ģenerators virzīta MSA bez laika aiztures, bet blokos ģenerators-transformators, pamatojot to ar konkrētam ģeneratoram un pieslēguma shēmai veiktām aplēsēm, virzītas MSA vietā var lietot MSA ar minimālsprieguma palaišanu bez laika aiztures. Jāņem vērā, ka ģenerators izvadiem tuvi īsslēgumi izraisa ievērojamu sprieguma iekritumu un, līdz ar to, var izvēlēties pietiekami mazu strāvas iestatījumu, bet sprieguma iestatījumu var saskaņot ar sprieguma lielumu pie īsslēguma transformators augstākā sprieguma pusē. Minimālsprieguma aizsardzība jāieslēdz darbā pēc ģenerators pieslēgšanas elektrotīklam;

3.3.1.2. pie paaugstināta sprieguma uz ģenerators izvadiem jāparedz maksimāls sprieguma aizsardzība ar divām pakāpēm. Pirmā pakāpe var būt, piemēram, ar iestatījumu $1,35 U_n$, un tā darbojas bez laika aiztures, bet otrā pakāpe – ar iestatījumu, piemēram, $1,15 U_n$ līdz $1,2 U_n$ un darbojas ar laika aizturi $1\text{ s} - 3\text{ s}$;

3.3.1.3. pie pazemināta sprieguma uz ģenerators izvadiem jāparedz minimāls sprieguma aizsardzība;

3.3.1.4. pie paaugstinātas frekvences jāparedz frekvences paaugstināšanās aizsardzība;

3.3.1.5. pie pazeminātas frekvences jāparedz frekvences pazemināšanās aizsardzība.

Piezīme: Visām aizsardzībām jādarbojas uz ģenerators (bloka ģenerators-transformators, ja ģenerators ķēdē ar transformatoru nav jaudas slēdža) atslēgšanu no elektrotīkla un turbīnas apturēšanu.

3.3.2. Blokos asinhronais ģenerators-transformators strādājošiem ģeneratoriem jāparedz ģenerators aizsardzības atbilstoši ražotāja prasībām, transformatoriem jāparedz 3.4.1. p. norādītās aizsardzības atsevišķi strādājošiem transformatoriem.

Aizsardzības paredzētas, lai nodrošinātu asinhronā ģenerators atslēgšanu no elektrotīkla pie bojājumiem ģeneratorā vai blokā ģenerators-transformators, kā arī, ja ģenerators kaut kāda iemesla dēļ paliek darboties izolētā vai pašpatēriņa režīmā ar nesabalansētu slodzi, nenodrošinot elektroenerģijas lietotājiem pieņemamu elektroenerģijas kvalitāti.

Visi aizsardzību iestatījumi jāaskaņo ar elektrotīkla aizsardzībām, lai nepieļautu ģenerators neselektīvu atslēgšanos pie traucējumiem elektroenerģijas sistēmā.

3.3.3. Tieši uz ģenerators sprieguma sadalnes kopnēm vai blokos ģenerators-transformators strādājošam asinhronajam ģeneratoram ar frekvences pārveidotāju starp statora tinumu izvadiem un elektrotīklu jāparedz ģenerators aizsardzības atbilstoši ražotāja prasībām un tām, ja to nosaka ražotājs, jāizmanto strāva un spriegums uz frekvences pārveidotāja izvadiem no elektrotīkla puses.

Šādi ģeneratori, pazaudējot saiti ar elektrotīklu, ātri atslēdzas no elektrotīkla. Ģeneratori var uzturēt nemainīgu īsslēguma strāvu, kas parasti ir tuvu nominālai ģenerators strāvai. Īsslēguma strāvu aplēsēs šādu ģeneratoru ietekme uz kopējo īsslēguma strāvu jāņem vērā tikai laika periodā, kamēr ģenerators nav atslēdzies no elektrotīkla.

3.3.4. Atbilstoši ģenerators ražotāja prasībām pieslēguma vietai elektroenerģijas sistēmā, kā arī SSO vai PSO izdotajām tehniskajām prasībām aizsardzību apjomu, kas norādīts 3.3.1. p., 3.3.2. p. un 3.3.3. p., konkrētam ģeneratoram var izmainīt.

3.3.5. Ņemot vērā, ka asinhronajiem ģeneratoriem ar frekvences pārveidotājiem var būt arī citas īpatnības, pirms ieslēgt ekspluatācijā šādus ģeneratorus, PSO vai SSO jāizpēta ģenerators ražotāja dokumentācija un jāaskaņo pieslēgšanas elektroenerģijas sistēmai projekts, lai nodrošinātu visas pieslēgšanai elektrotīklam nepieciešamās tehniskās prasības.

3.4. Aizsardzība transformatoriem un autotransformatoriem ar augstākā sprieguma tinumu 6 kV un lielāku

Ar terminu "transformators" 3.4. nodaļā jāsaprot arī autotransformators, ja tas netiek konkretizēts.

Šajā nodaļā aprakstītas transformatoru aizsardzības, ja komercsabiedrība un/vai transformatora ražotājs paredz tādas uzstādīt.

3.4.1. Transformatoriem jāparedz aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem:

3.4.1.1. bojājumiem, kas izraisa gāzes izdalīšanos, un pie eļļas līmeņa pazemināšanās;

3.4.1.2. starpvijumu īsslēgumiem tinumos;

3.4.1.3. starpfāžu īsslēgumiem tinumos un uz to izvadiem;

3.4.1.4. ārējiem īsslēgumiem;

3.4.1.5. vienfāzes īsslēgumiem uz zemi tinumos un uz to izvadiem, kuri pieslēgti elektrotīklam ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.4.1.6. vienfāzes zemesslēgumiem elektrotīklā ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, kurā vienfāzes zemesslēgumi jāatbilstoši LEK 136 minētajām prasībām. Ieteicams lietot aizsardzību pie vienfāzes zemesslēgumiem 6 kV – 20 kV elektrotīklā;

3.4.1.7. tinumu strāvas pārslodzes;

3.4.1.8. transformatora pārierosmes (V/Hz);

3.4.1.9. eļļas temperatūras paaugstināšanās;

3.4.1.10. vidējā un zemākā sprieguma tinuma temperatūras paaugstināšanās;

3.4.1.11. eļļas spiediena paaugstināšanās;

3.4.1.12. eļļas līmeņa paaugstināšanās;

3.4.1.13. citas aizsardzības pie iekšējiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem, kuras paredz transformatora ražotājs;

3.4.1.14. dažāda veida bojājumiem dzesēšanas iekārtās.

3.4.2. Gāzes aizsardzību pie bojājumiem transformatora apvalkā (tvertnē), kas saistīti ar gāzes izdalīšanos vai eļļas līmeņa pazemināšanos, jāparedz transformatoriem ar 6,3 MVA un lielāku jaudu un ražošanas telpās uzstādītiem pazeminošiem transformatoriem ar 630 kVA un lielāku jaudu.

Gāzes aizsardzība var darboties arī pie starpvijumu īsslēgumiem transformatora tinumos, kad transformatora diferenciālā aizsardzība nedarbojas savas ierobežotas jutības dēļ pie šāda veida bojājumiem.

Gāzes aizsardzību var paredzēt arī transformatoriem ar mazākām jaudām, ja tādu paredz transformatora ražotājs vai pieprasa transformatora valdītājs.

Gāzes aizsardzībai jādarbojas uz signālu, ja gāze izdalās lēnām, vai līdz noteiktam lielumam pazeminās eļļas līmenis, kā arī uz atslēgšanu, ja gāze izdalās intensīvi, vai turpina pazemināties eļļas līmenis.

Aizsardzībai pie bojājumiem transformatora apvalkā (tvertnē), kas saistīti ar gāzes izdalīšanos, var izmantot arī spiediena releju.

Aizsardzībai pie eļļas līmeņa pazemināšanās var lietot arī atsevišķu līmeņa mērīšanas releju transformatora eļļas izlīdzinošā tvertnē.

Transformatora sprieguma regulatora RZS pakāpju pārslēgšanas iekārtas ar loka pārtraukšanu eļļā aizsardzībai jālieto atsevišķs gāzes un spiediena relejs.

Minētajām aizsardzībām jādarbojas uz visu transformatora jaudas slēdžu atslēgšanu.

Jāparedz iespēja operatīvi pārslēgt gāzes releja atslēgšanas elementu uz signālu un atsevišķa signalizācija no gāzes releja signālelementa un atslēgšanas elementa.

Ražošanas telpās uzstādītiem pazeminošiem transformatoriem ar 2,5 MVA un mazāku jaudu, ja nav jaudas slēdža augstākā sprieguma pusē, pieļaujama gāzes aizsardzības atslēgšanas elementa iedarbe tikai uz signālu.

3.4.3. Pie bojājumiem uz transformatora izvadiem, kā arī pie iekšējiem bojājumiem paredz šādas aizsardzības:

3.4.3.1. kā pamataizsardzību – transformatora diferenciālo aizsardzību bez laika aiztures transformatoriem ar 6,3 MVA un lielāku jaudu. Jūtības palielināšanai pie nesimetriskiem īsslēgumiem un pie starpvijumu īsslēgumiem transformatora tinumos transformatora diferenciālo aizsardzību var papildināt ar transformatora diferenciālo pretējās secības strāvas aizsardzību;

3.4.3.2. kā pamataizsardzību – transformatora diferenciālo zemesslēguma aizsardzību bez laika aiztures transformatoriem ar 6,3 MVA un lielāku jaudu transformatora pusē, kas pieslēgta elektrotīklam ar caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.4.3.3. transformatoriem un autotransformatoriem ar augstāko spriegumu 330 kV kā rezerves aizsardzības – DA 330 kV pusē un DA 110 kV pusē;

3.4.3.4. visiem transformatoriem nevirzītu un/vai virzītu MSA, kas uzstādīta no pamatbarošanas puses;

3.4.3.5. virzītu un nevirzītu ZSA transformatora pusē, kas pieslēgta elektrotīklam ar cieši zemētu vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli.

Transformatoriem ar barošanu no divām pusēm selektivitātes un jūtības nodrošināšanai var izmantot virzītu MSA vienā vai katrā barošanas pusē. Šāda aizsardzība pieļauj noteikt iestatījumus, kas nodrošina darbību tikai pie īsslēgumiem konkrētā virzienā ar barošanu no konkrētās transformatora puses.

MSA jābūt vismaz ar divām pakāpēm: pirmajai pakāpei bez laika aiztures, kas aizsargā daļu no transformatora, un otrai pakāpei ar laika aizturi, kas aizsargā ar nepieciešamo jutību visu transformatoru un aiz tā esošās kopnes ar savienojumiem līdz nākošam pievienojumam. Šāda aizsardzība ir transformatora pamataizsardzība, ja tam nav paredzēta diferenciālā aizsardzība, kā arī rezerves aizsardzība transformatora pamataizsardzībai. Tā rezervē arī īsslēguma atslēgšanu uz kopnēm aiz transformatora. MSA jābūt trīsfāžu. Nepieciešamības gadījumā, lai nodrošinātu MSA ar laika aizturi

jutību pie starpfāžu īsslēgumiem, aizsardzība jāpapildina ar minimālsprieguma palaišanu no transformatora zemākā un vidējā sprieguma puses. Šajā gadījumā nostrādes strāva jāsaplūst tikai ar transformatora augstākā sprieguma puses nominālo strāvu un ar analogisku aizsardzību transformatora zemākā un vidējā sprieguma pusēs, ja šajās pusēs ir tāda aizsardzība. Minimālsprieguma palaišanai jābūt trīsfāžu un tā jāpieslēdz starpfāžu spriegumiem. Minimālsprieguma palaišanas iestatījumam jābūt ne augstākam par $0,8 U_n$, un tai jādarbojas, pazeminoties jebkuram no starpfāžu spriegumiem. Jāparedz MSA paātrinājums, padodot spriegumu uz transformatoru (ieslēdzot jaudas slēdzi), to izveidojot ar atsevišķu MSA pakāpi vai paātrinot pakāpi ar laika aizturi. Aizsardzības paātrinājumam jādarbojas bez laika aiztures un jāaizsargā viss transformators un kopnes aiz transformatora ar nepieciešamo jutību.

Minētajām aizsardzībām jādarbojas uz visu transformatora jaudas slēdžu atslēgšanu.

3.4.4. 110 kV transformatoram ar cieši zemētu neitrāli, 110 kV puses MSA iestatījumu aplēsēs jāpārbauda, ka tā nevar neselektīvi nostrādāt pie nullsecības strāvas, kura rodas aizsargājamās transformatora fāzēs, notiekot vienfāzes vai divfāžu īsslēgumam uz zemi 110 kV elektrotīkla blakus elementos. Ja atsevišķām MSA pakāpēm neselektīva nostrāde ir iespējama, jāizmanto šādi neselektīvas nostrādes novēršanas risinājumi:

3.4.4.1. jāparedz šo pakāpju darbības bloķēšana ar 110 kV puses ZSA pakāpi, kurai nostrādes nullsecības strāvas attiecība pret bloķējamās MSA pakāpes nostrādes strāvu nav lielāka par 2,5;

3.4.4.2. selektivitātes un jutības nodrošināšanai jāparedz 110 kV puses vairākpakāpju virzīta MSA. Aizsardzībai pie īsslēgumiem uz zemi jāparedz 110 kV puses vairākpakāpju virzīta ZSA;

3.4.4.3. ja nepieciešams paaugstināt jutību pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi uz transformatora izvadiem vai tā tinumos, kas saslēgti zvaigznē ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, jālieto transformatora diferenciālā zemesslēguma aizsardzība, kas pieslēgta fāžu strāvmaiņiem aizsargājamā tinuma pusē un strāvmaiņim transformatora neitrālē, kā arī jālieto virzīta ZSA ar vairākām transformatorā virzītām pakāpēm.

Piezīme 1: Transformatora diferenciālo zemesslēguma aizsardzību var uzstādīt arī transformatoriem ar mazāku par 6,3 MVA jaudu, ja MSA bez laika aiztures kā pamataizsardzības jutība pie īsslēgumiem uz transformatora izvadiem uzstādīšanas pusē elektrotīkla minimālajos īsslēguma strāvas režīmos nav pietiekosa un transformatora aizsardzībai paredzēta MSA ir ar laika aizturi, lielāku par 0,5 s.

Piezīme 2: Minētajām aizsardzībām jādarbojas uz visu transformatora jaudas slēdžu atslēgšanu.

3.4.5. Transformatoriem ar augstākā sprieguma tinumu 110 kV un 330 kV jālieto transformatora digitālā diferenciālā aizsardzība un transformatora digitālā diferenciālā zemesslēguma aizsardzība, kurai jāparedz strāvmaiņis transformatora tinumu zemētā neitrālē. Abām diferenciālām aizsardzībām jābloķējas pie magnetizēšanas strāvām un pārejas nesimetriskām strāvām. Jālieto digitālais relejs ar zemu strāvas ķēžu ieejas pretestību.

Transformatora digitālās diferenciālās aizsardzības minimālajai nostrādes strāvai, neņemot vērā bremzēšanu, jābūt ne lielākai par 0,3 no transformatora nominālās strāvas. Transformatora digitālās diferenciālās zemesslēguma aizsardzības minimālā nostrādes strāva, neņemot vērā bremzēšanu, jānosaka, ievērojot ražotāja rekomendācijas.

Transformatora digitālās diferenciālās pretējās secības strāvas aizsardzības nostrādes strāva jānosaka, ievērojot ražotāja rekomendācijas.

Nepārbūvētos objektos transformatoriem ar augstāku spriegumu 6 kV – 20 kV digitālās diferenciālās aizsardzības vietā var tikt lietota arī elektromehāniskā diferenciālā aizsardzība ar speciāliem elektromehāniskiem strāvas relejiem, piemēram, ar piesātināšiem starpstāvmaiņiem, ar bremzēšanas tinumiem u.c., kas nereaģē uz magnetizēšanas strāvām un pārejas nesimetriskām strāvām.

Transformatora elektromehāniskai diferenciālajai aizsardzībai minimālo nostrādes strāvu, neņemot vērā bremzēšanu, ieteicams pieņemt mazāku par transformatora nominālo strāvu, bet, ja tehniski tas nav iespējams, tad minimālo nostrādes strāvu, neņemot vērā bremzēšanu, ieteicams pieņemt mazāku par 1,5 no transformatora nominālās strāvas.

Transformatora diferenciālās aizsardzības darbības zonai jāietver iespējami vairāk elementu starp transformatora izvadiem un kopnēm.

Pieļaujams transformatora diferenciālajai aizsardzībai izmantot transformatora izvados iebūvētos strāvmaiņus, ja ir rezerves aizsardzība, kas nodrošina īsslēguma transformatora savienojuma vietā ar kopnēm atslēgšanu ar nepieciešamo ātrdarbību.

Ja transformatora zemākā sprieguma pusē uzstādīts reaktors un transformatora aizsardzība nenodrošina nepieciešamo jutību pie īsslēguma aiz reaktora, jāuzstāda strāvmaiņi transformatora zemākā sprieguma izvadu pusē, lai realizētu atsevišķu reaktora aizsardzību ar nepieciešamo ātrdarbību.

3.4.6. Transformatora diferenciālajai aizsardzībai, relatīvās selektivitātes aizsardzībām un gāzes aizsardzībai nav jāpalaiž ugunsdzēsības iekārta. Ugunsdzēsības iekārta jāpalaiž no speciālām ugunsgrēka noteikšanas elektroierīcēm.

3.4.7. Ja transformators pievienots elektrolīnijai bez jaudas slēdža, piemēram, shēmā bloks elektrolīnija-transformators, bojājuma transformatorā atslēgšanai jālieto viens no šādiem paņēmieniem:

3.4.7.1. jāparedz elektroierīce tālatslēgšanas komandas pārraidei uz elektrolīnijas otrā gala jaudas slēdzi. Ja nepieciešams automātiski atslēgt bojātu transformatoru elektrolīnijas AAI bezstrāvas pauzes laikā, jāuzstāda automātiski vadāms atdalītājs un speciāli paredzēta tā vadībai automātika;

3.4.7.2. jāuzstāda drošinātāji pazeminošu transformatoru augstākā sprieguma pusē, ja tas ir iespējams, atkarībā no elektrotīkla nominālā sprieguma, maksimālās īsslēguma jaudas un īsslēguma uz transformatora zemākā sprieguma izvadiem pieļaujamā atslēgšanas laika. Elektrolīnijas barošanas galā ar jaudas slēdzi jāparedz aizsardzība, kura reaģē uz nesimetrisku strāvu fāzēs, lai nodrošinātu transformatora pilnīgu atslēgšanu pie nesimetriskiem bojājumiem, gadījumos, kad pārdeg viens vai divi transformatora drošinātāji. Ja nepieciešams automātiski atslēgt bojātu transformatoru elektrolīnijas AAI bezstrāvas pauzes laikā, jāuzstāda automātiski vadāms atdalītājs un speciāli paredzēta tā vadībai automātika.

Piezīme 1: Blokiem elektrolīnija-transformators 3.4.7.1. p. un 3.4.7.2. p. minētos pasākumus var neveikt, ja divpusējas barošanas gadījumā transformatoru aizsargā bloka diferenciālā aizsardzība. Bet radīšas barošanas gadījumā, transformatoriem ar jaudu mazāku par 6,3 MVA tos var neveikt, ja barojošās elektrolīnijas aizsardzība nodrošina arī transformatora aizsardzību (elektrolīnijas aizsardzība bez laika

aiztures daļēji aizsargā transformatoru un ar laika aizturi, kas nepārsniedz 1 s, aizsargā visu transformatoru). Gāzes aizsardzība izveidota ar atslēgšanas elementa darbību tikai uz signālu.

Piezīme 2: Veicot 3.4.7. p. minētos pasākumus, transformatoram jāuzstāda aizsardzības atbilstoši 3.4.2. p., 3.4.3. p., 3.4.9. p. un 3.4.10. p. prasībām.

Piezīme 3: Blokos elektrolinija-transformators bojājumu uz transformatora augstākā sprieguma izvadiem jāatslēdz ar elektrolinijas aizsardzību, ja transformatora aizsardzība pieslēgta augstākā sprieguma puses iebūvētiem strāvmaiņiem.

3.4.8. Ja transformatoru apakšstacijai pieslēgti elektroenerģijas lietotāji ar sinhronajiem elektrodzinējiem, jānodrošina, lai transformatora automātiski vadāmais atdalītājs neatslēgtos (ja īsslēgums ir kādā no transformatoriem) pie strāvas no sinhronajiem elektrodzinējiem, kas baro īsslēguma vietu caur citiem transformatoriem.

3.4.9. Transformatoriem ar 1 MVA un lielāku jaudu pie ārēja īsslēguma jāparedz šādas aizsardzības ar iedarbi uz atslēgšanu:

3.4.9.1. MSA ar minimālsprieguma palaišanu. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu (kā 3.4.3. p.) un tā var būt ar vairākām pakāpēm, kurām pēc nepieciešamības jābūt ar minimālsprieguma palaišanu. Pakāpes var būt, piemēram, šādas: pirmā pakāpe ar mazāku laika aizturi aizsargā tuvākās kopnes un rezervē blakus posmu aizsardzību to tuvās darbības zonā, otrā pakāpe ar lielāku laika aizturi rezervē blakus posmu aizsardzības, kā arī darbojas bez laika aiztures, ieslēdzot transformatora jaudas slēdzi uz īsslēgumu. Izvēloties MSA nostrādes strāvu, jāņem vērā iespējamā pārslodzes strāva, ja atslēdzas paralēli strādājošs transformators, elektrodzinēju palaišanas strāvas, kā arī pieslēgto elektroenerģijas lietotāju transformatoru magnetizēšanas strāvas;

3.4.9.2. pretējās secības strāvas aizsardzība, kas atļauj paaugstināt jutību pie nesimetriskiem īsslēgumiem;

3.4.9.3. ZSA, kuru uzstāda transformatora tā tinuma pusē, kura pieslēgta elektrotīklam ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.4.9.4. transformatoriem ar barošanu no vairākām pusēm jālieto virzīta MSA un virzīta ZSA, lai nodrošinātu jutību un selektivitāti;

3.4.9.5. 330 kV transformatoriem 110 kV un 330 kV pusē jāparedz relatīvās selektivitātes aizsardzības, kas darbojas iekšēju un ārēju īsslēgumu gadījumā, nodrošinot jutību tālrezervēšanai, kā arī savstarpēji saskaņojot iestatījumus dažādu sprieguma līmeņu aizsardzībām;

3.4.9.6. 110 kV transformatoriem 110 kV pusē jāparedz relatīvās selektivitātes aizsardzības, kas darbojas iekšēju un ārēju īsslēgumu gadījumā, nodrošinot jutību tālrezervēšanai, kā arī savstarpēji saskaņojot iestatījumus dažādu sprieguma līmeņu aizsardzībām;

3.4.9.7. MSA, kas uzstādīta transformatora pamatbarošanas pusē atbilstoši 3.4.3. p., jānodrošina īsslēgumu uz kopnēm aiz transformatora atslēgšana;

Piezīme: ja transformatoram ir daudzpusēja barošana un nepieciešams nodrošināt tuvu rezervēšanu ar mazām laika aizturēm, 3.4.9.5. p. un 3.4.9.6. p. minētajām relatīvās selektivitātes aizsardzībām jāparedz arī darbības zonas un pakāpes virzienā uz aizsargājamo transformatoru.

3.4.10. Transformatoriem ar jaudu līdz 1 MVA pie ārējiem īsslēgumiem jāparedz šādas aizsardzības ar iedarbi uz atslēgšanu:

3.4.10.1. trīsfāžu MSA vai trīsfāžu MSA ar minimālsprieguma palaišanu, ja tas ir nepieciešams jutības nodrošināšanai (izveidota kā noteikts 3.4.3. p.);

3.4.10.2. pretējās secības strāvas aizsardzība, ja tāda nepieciešama jutības nodrošināšanai pie nesimetriskiem īsslēgumiem.

3.4.11. Aizsardzība pie ārējiem īsslēgumiem jāuzstāda:

3.4.11.1. pazeminošiem divtinumu un trīstinumu transformatoriem – zemākā un vidējā sprieguma pusē. Nepārbūvētās apakšstacijās pazeminošiem divtinumu transformatoriem – atsevišķos gadījumos ir paredzēta aizsardzība tikai augstākā sprieguma pusē;

3.4.11.2. pazeminošiem divtinumu transformatoriem vai trīstinumu transformatoriem ar šķeltu zemākā sprieguma tinumu, kas baro atsevišķi darbojošās sekcijas, – katras sekcijas pusē;

3.4.11.3. 330 kV autotransformatoriem 330 kV, 110 kV un zemākā sprieguma pusēs;

3.4.11.4. paaugstinošiem transformatoriem – augstāka un zemāka sprieguma pusē ar aizsargājamiem nozarojumiem, kuru aizsardzības jārezervē.

Piezīme: Veidojot aizsardzību pie ārējiem īsslēgumiem saskaņā ar 3.4.11. p. jānovērtē nepieciešamība un iespēja paredzēt aizsardzības pakāpi bez vai ar minimāli pieļaujamu laika aizturi, kura atslēgtu īsslēgumus uz augstākā, vidējā un zemākā sprieguma kopnēm (atkarībā no: īsslēgumu strāvu lieluma, atsevišķas kopņu aizsardzības esamības, iespējas to saskaņot ar tejušo blakus posmu aizsardzībām).

3.4.12. Ja elektrostacijas bloka ģenerators-transformators transformatora aizsardzība pie ārējiem starpfāžu īsslēgumiem nenodrošina nepieciešamo jutību un selektivitāti, pieļaujams izmantot attiecīgās ģeneratora aizsardzības, ja tās nodrošina prasīto jutību.

3.4.13. Paaugstinošiem transformatoriem ar 1 MVA un lielāku jaudu, transformatoriem ar divpusīgu vai trīspusīgu barošanu un 330 kV autotransformatoriem blakus aizsargposmos esošo īsslēgumu uz zemi atslēgšanas rezervēšanai, nolūkā nodrošināt dažāda sprieguma elektrotīklu ZSA savstarpējo selektivitāti, jāparedz ZSA pie ārējiem īsslēgumiem uz zemi, kuru uzstāda tā tinuma pusē, kurš pieslēgts elektrotīklam ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli. Šādas prasības var papildus nodrošināt arī autotransformatoru un transformatoru DA, kuras paredzētas pie ārējiem īsslēgumiem atbilstoši 3.4.9. p. un 3.4.10. p. Atsevišķos gadījumos DA nenodrošina nepieciešamo jutību, piemēram, pie lielām pārejas pretestībām bojājuma vietā.

Transformatoriem ar 110 kV tinumu nepilnu izolāciju no neitrāles izvadu puses jānodrošina, lai netiktu pieļauts darbs ar izolētu neitrāli uz izdalītām 110 kV kopnēm vai elektrotīkla posmu pie vienfāzes zemesslēguma saskaņā ar 3.1.32. p. Šādos gadījumos, ja elektrostacijā vai apakšstacijā uzstādīti transformatori ar zemētu un nezemētu neitrāli, kuriem barošana ir no zemākā sprieguma puses, transformatoru aizsardzībām jāparedz nostrādes koordinācija, kas nodrošina prioritāru transformatoru ar nezemētu neitrāli atslēgšanu pirms transformatoru ar cieši zemētu neitrāli atslēgšanas, kas strādā uz tām pašām kopnēm vai elektrotīkla posmu.

3.4.14. Autotransformatoriem un blokiem ģenerators-transformators, kas pieslēgti 330 kV un 110 kV elektrotīklam, jāparedz DA zona pie ārējiem īsslēgumiem gadījumos, ja tiek atslēgta KDA, nodrošinot aizsargposma bojājumu atslēgšanu ar laiku, kurš noteikts pēc dinamiskās stabilitātes kritērijiem, bet ne lielāku par 300 ms. Šajā gadījumā pieļaujama šajā punktā norādītās DA zonas neselektīva darbība.

3.4.15. Pazeminošiem transformatoriem ar transformatora augstāko spriegumu līdz 35 kV ieskaitot, ja to zemākā sprieguma, piemēram, 0,4 kV tīnumi saslēgti zvaigznes slēgumā ar cieši zemētu neitrāli, jāparedz aizsardzība, kas rezervē vienfāzes īsslēgumu uz zemi atslēgšanu zemākā sprieguma elektrotīklā, lietojot:

3.4.15.1. MSA augstākā sprieguma pusē atbilstoši 3.4.3. p.;

3.4.15.2. aizsargslēdža MSA vai drošinātājus zemākā sprieguma pusē;

3.4.15.3. ZSA, kas pieslēgta strāvmainim transformatora neitrālē vai ZSA zemākā sprieguma puses aizsargslēdžī, ja 3.4.15.1. p. un 3.4.15.2. p. minētās aizsardzības nenodrošina nepieciešamo jutību. Aizsardzībai transformatora neitrālē ar mazāku laika aizturi jādarbojas uz zemākā sprieguma aizsargslēdža atslēgšanu un ar lielāku laika aizturi – uz augstākā sprieguma puses jaudas slēdža atslēgšanu.

Piezīme 1: ZSA transformatora neitrālē ir priekšrocība pret pārējām aizsardzībām, jo tā aizsargā pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi transformatora zemākā sprieguma tīnumus un elektrotīkla posmu līdz aizsargslēdzim.

Piezīme 2: Paātrinātai īsslēguma uz zemi atslēgšanai 3.4.15.3.p. minētās ZSA laika aizturi var nesaskaņot ar zemsprieguma sadalnei pieslēgto atējošo pievienojumu aizsardzībām, ja nav paredzēta atsevišķa ZSA un pievienojumu MSA nenodrošina nepieciešamo jutību pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi. Šajā gadījumā jāreķinās ar neselektīvu zemsprieguma sadalnes atslēgšanu.

Piezīme 3: Blokiem elektrolīnija-transformators, ja tiek lietota 3.4.15.3. p. minētā ZSA transformatora neitrālē, pieļaujams neieguldīt speciālu kontrolkabeli, lai nodrošinātu šīs aizsardzības darbību uz augstākā sprieguma puses jaudas slēdža atslēgšanu, bet darboties tikai uz zemsprieguma puses aizsargslēdža atslēgšanu, ja zemsprieguma sadalne ar pievienojumu aizsargierīcēm atrodas tiešā transformatora tuvumā (līdz 30 m) vai transformators ar zemsprieguma sadalni savienots ar trīsfāžu kabeļiem.

Piezīme 4: 3.4.15. p. prasības attiecas arī uz minētajiem transformatoriem, kuriem augstākā sprieguma puse tiek aizsargāta ar drošinātājiem.

3.4.16. Ja divtīnumu pazeminoši transformatori ar 6 kV – 10 kV augstāko spriegumu baro zemākā sprieguma sadalnes, kuru pievienojumi aizsargāti ar drošinātājiem, transformatoru zemākā sprieguma pusē jāuzstāda galvenie drošinātāji vai aizsargslēdzis.

3.4.17. Aizsardzībai pie vienfāzes zemesslēgumiem saskaņā ar 3.4.1.6. p. jāizmanto nullsecības strāvmaini.

3.4.18. Transformatoriem ar jaudu no 0,4 MVA līdz 6,3 MVA, atkarībā no iespējamās pārslodzes un tās lieluma, var paredzēt pārslodzes strāvas aizsardzību ar iedarbi uz signālu.

Transformatoriem ar 6,3 MVA un lielāku jaudu jāparedz pārslodzes strāvas aizsardzība ar iedarbi uz signālu. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu, bet nepārbūvētās apakšstacijās pieļaujama arī vienfāzes aizsardzība, ja to veido ar elektromehāniskiem relejiem.

Ja lieto digitālās aizsardzības, tad transformatoriem ar 6,3 MVA un lielāku jaudu jāparedz termiskā pārslodzes strāvas aizsardzība. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu. Termiskā pārslodzes strāvas aizsardzība, ievērojot transformatora strāvas lielumu un silšanas siltuma konstanti un, ja iespējams, atdzesēšanas siltuma konstanti, modelē eļļas temperatūru. Aizsardzībai jādarbojas pie noteikta strāvas lieluma vai noteiktas zemākas temperatūras uz signālu, bet pie noteiktas augstākas temperatūras – uz atslēgšanu. Cita veida aizsardzība ņem vērā transformatora dzesēšanas veidu un veic temperatūras aplēsi tinuma mazāk dzesētajā daļā, ievērojot izolācijas relatīvo novecošanās līmeni, saņemot informāciju par transformatora strāvas lielumu un temperatūru no speciāli paredzētās vietās uzstādītiem eļļas temperatūras devējiem. Šādai aizsardzībai jādarbojas pie noteikta strāvas lieluma, zemākas pieļaujamās temperatūras vai relatīvā novecošanās līmeņa uz signālu, bet pie augstākas temperatūras vai augstāka relatīvā novecošanās līmeņa – uz atslēgšanu. Termiskās pārslodzes strāvas aizsardzības vietā var lietot MSA, ja transformatoram paredzēta tinumu temperatūras aizsardzība, kas izveidota saskaņā ar 3.4.22. p. prasībām.

Pārslodzes aizsardzība jāparedz tajā transformatora pusē vai pusēs, kas visvairāk var tikt pakļautas strāvas pārslodzei, ņemot vērā tinumu skaitu un to maksimāli pieļaujamās jaudas, slodzes raksturu un citus aspektus, kas ietekmē šo izvēli.

Apakšstacijās pieļaujams paredzēt pārslodzes aizsardzības (maksimālstrāvas vai termiskās) iedarbi uz automātisku transformatora atslodzi vai atslēgšanu, ja nav iespējams likvidēt pārslodzi citiem līdzekļiem, piemēram, automātiski ieslēdzot rezervē esošu transformatoru.

330 kV autotransformatoriem, kuriem zemākā sprieguma pusē ir pieslēgta maza slodze, pārslodzes aizsardzība jāparedz 330 kV pusē. Ja zemākā sprieguma pusē ir pieslēgta ievērojama slodze, piemēram, pieslēgti šunttājreaktori, tad pārslodzes aizsardzība jāparedz 330 kV, 110 kV pusēm un autotransformatora kopīgam tinumam. Kopīgam tinumam jāparedz pārslodzes strāvas aizsardzība, kura pieslēgta kopīgā tinuma strāvmaiņiem, ja tādi ir, vai 330 kV un 110 kV puses strāvu summai, izlīdzinot sekundārās strāvas atbilstoši strāvmaiņu koeficientiem. Aizsardzība var būt vienfāzes. Aizsardzībai jāparedz vairākas pakāpes pēc nostrādes strāvām, ņemot vērā kopīgā tinuma nominālo strāvu, ilgstoši pieļaujamo strāvu un pieļaujamo pārslodzes laiku. Jūtīgākā pakāpe, kurai nostrāde ir, piemēram, 85 % no kopīgā tinuma nominālās strāvas, ar laika aizturi var ieslēgt daļu no autotransformatora dzesēšanas elektrodzinējiem. Nākamā pakāpe, kurai nostrāde ir, piemēram, 100 % no nominālās strāvas, var ar laika aizturi ieslēgt pārējos autotransformatora dzesēšanas elektrodzinējus. Pakāpei, kurai nostrāde ir, piemēram, 100 % no kopīgā tinuma ilgstoši pieļaujamās strāvas, ar mazāku laika aizturi var darboties uz signālu, un ar dažādām lielākām laika aizturēm pakāpeniski atslogot kopīgo tinumu, atslēdzot slodzi zemākā sprieguma pusē. Pēdējā pakāpe, kurai nostrāde ir, piemēram, 130 % no ilgstoši pieļaujamās strāvas, var ar dažādām laika aizturēm pakāpeniski atslogot kopīgo tinumu, atslēdzot slodzi zemākā sprieguma pusē un ar lielāku laika aizturi atslēgt autotransformatoru.

3.4.19. Transformatora 10 kV izvadiem pieslēgtam neitrālpunkta veidojošam transformatoram ar neitrālē ieslēgto mazrezistīvu pretestību jāparedz:

3.4.19.1. neitrālpunkta veidojošā transformatora diferenciālā zemesslēguma aizsardzība, ko parasti realizē ar to pašu digitālo releju, kurš nodrošina galvenā transformatora diferenciālo aizsardzību;

3.4.19.2. neitrālpunkta veidojošā transformatora ZSA ar vairākām, parasti divām, pakāpēm. Pakāpei ar lielāku nostrādes strāvu, kas saskaņota pēc laika un strāvas ar atejošo pievienojumu analogiskām aizsardzībām, jādarbojas uz visa transformatora atslēgšanu, pakāpei ar mazāku nostrādes strāvu, ko nosaka neitrālē ieslēgtās aktīvās pretestības termiskā noturība, jādarbojas tikai uz transformatora jaudas slēdža atslēgšanu no tās puses, kurā uzstādīts neitrālpunkta veidojošais transformators;

3.4.19.3. neitrālpunkta veidojošā transformatorā eļļas līmeņa, eļļas temperatūras un tinumu temperatūras aizsardzība.

Piezīme: Neitrālpunkta veidojošā transformatora aizsardzību var nodrošināt arī galvenā transformatora diferenciālā aizsardzība, paredzot tā zemākā sprieguma pusē, kurai pieslēgts neitrālpunkta veidojošais transformators, nullsecības strāvas izslēgšanu.

3.4.20. Pārierosmes aizsardzība jāparedz transformatoriem ar 6,3 MVA un lielāku jaudu. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu.

Aizsardzība var tikt izveidota kā kopīga aizsardzība ģeneratoram un transformatoram, ja transformators strādā blokā ar sinhrono ģeneratoru. Aizsardzība reaģē uz nepieļaujamu sprieguma un frekvences attiecības (V/Hz) paaugstināšanos. Aizsardzībai jābūt ar regulējamu frekvencatkarīgu raksturlīkni, kas nedrīkst pārsniegt ģeneratora un paaugstinošā transformatora pieļaujamo pārierosmes raksturlīkni.

Aizsardzībai jādarbojas uz transformatora atslēgšanu.

3.4.21. Pie eļļas temperatūras paaugstināšanās jāparedz eļļas temperatūras aizsardzība, kas reaģē uz eļļas temperatūras paaugstināšanos virs pieļaujamās, kuru mēra transformatora tvertnē paredzētās vietās.

Aizsardzībai pie noteiktas temperatūras jādarbojas uz signālu un, ja tas ir paredzēts, uz dzesēšanas elektrodzinēju palaišanu, bet pie noteiktas augstākas temperatūras jādarbojas uz atslēgšanu. Temperatūru lielumu iestatījumus norāda transformatora ražotājs.

3.4.22. Pie zemākā un vidējā sprieguma tinuma temperatūras paaugstināšanās abiem tinumiem jāparedz tinumu temperatūras aizsardzība. Piemēram, aizsardzība var saturēt tinuma viskarstākajā sasilšanas zonā uzstādītu eļļas temperatūras devēju un sildelementu, kuram barošanu nodrošina aizsargājamā tinuma strāvas inducētais spriegums. Sildelementa izejas strāva ir proporcionāla tinuma strāvai, un aizsardzība pēc strāvas nosaka, ka tinuma temperatūra pārsniedz iestatīto un darbojas uz nostrādi. Šāda aizsardzība jāparedz katras fāzes tinumam.

3.4.23. Aizsardzībai jādarbojas pie noteiktas tinuma zemākas temperatūras uz signālu, bet pie augstākas temperatūras uz atslēgšanu. Temperatūru lielumu iestatījumus nosaka transformatora ražotājs.

Ja transformatoram ir tinumu temperatūras aizsardzība, tad:

3.4.23.1. jāparedz pārslodzes strāvas aizsardzība, ja nav termiskās pārslodzes strāvas aizsardzības;

3.4.23.2. termiskā pārslodzes strāvas aizsardzība (3.4.18. p.) var būt paredzēta kā rezerves aizsardzība, kura rezervē tinumu temperatūras aizsardzību.

3.4.24. Pie eļļas spiediena paaugstināšanās jāparedz eļļas spiediena aizsardzība, kas darbojas, eļļas spiedienam pārsniedzot noteiktu lielumu transformatora tvertnē paredzētās vietās.

Eļļas spiediena paaugstināšanās izraisa speciālo vārstu, kas izvietoti vairākās vietās uz tvertnes apvalka, atvēršanos, tā rezultātā zināms daudzums eļļas tiek izspiests, un spiediens samazinās. Samazinoties eļļas spiedienam līdz noteiktam lielumam, vārsti automātiski aizveras.

3.4.25. Atkarībā no transformatora un tā dzesēšanas iekārtas ražotāja noteiktām prasībām jāparedz aizsardzības pie dažāda veida bojājumiem dzesēšanas iekārtā.

3.4.26. 330 kV transformatoriem magnetizēšanas strāvu minimizēšanai, padodot pārvades elektrotīkla spriegumu uz transformatoru, ieteicams lietot fāžu koordinētas ieslēgšanas/atslēgšanas releju (funkciju). Ņemot vērā magnētvida konstrukciju, tinumu slēguma veidu, jaudas slēdža ieslēgšanas un atslēgšanas laikus, funkcijas algoritms nodrošina ieslēgšanas un atslēgšanas komandas padošanu katrai 330 kV jaudas slēdža fāzei atsevišķi optimālā brīdī.

Nav pieļaujams izmantot fāžu koordinētas ieslēgšanas/atslēgšanas funkciju transformatora jaudas slēdža atslēgšanai no aizsardzībām un automātikām, kas paredzētas traucējumu novēršanai vai likvidēšanai.

3.4.27. Pie iekšējiem un ārējiem īsslēgumiem transformatora MSA un DA jādarbojas ar nostrādes laikiem, kas maksimālo īsslēgumu strāvu režimos nodrošina transformatora tinumu termisko noturību pie īsslēgumiem. Tinumu maksimālās īsslēguma strāvas un to atslēgšanas laiks ir noteikts ražotāja dokumentācijā.

Ja MSA un DA nostrādes laiks nenodrošina transformatora tinumu termisko noturību pie maksimālām īsslēguma strāvām, jāparedz šādi tehniskie pasākumi:

3.4.27.1. jāsamazina pretējās no transformatora pamatbarošanas puses pievienojumu aizsardzības nostrādes laiki pie tuviem īsslēgumiem, lai samazinātu transformatora MSA un DA nostrādes laiku līdz transformatora tinumu termiskās noturības pie īsslēgumiem pieļaujamām;

3.4.27.2. jāpaātrina transformatora pamatbarošanas puses MSA pakāpe un DA zona, izmantojot bloķētājsignāla neesamību no MSA pakāpes, kas uzstādīta transformatora pretējā no pamatbarošanas pusē. Ja īsslēgums ir ārpus transformatora pretējā no pamatbarošanas pusē, tad MSA un DA paātrinājums tiek bloķēts. Paātrinātā MSA pakāpe un DA zona, nesaņemot bloķētājsignālu, darbojas ar minimālu (līdz 150 ms) laika aizturi pie iekšējā īsslēguma. Laika aiztures iestatījums paātrinājumam nedrīkst būt mazāks par aplēsēs noteikto, ievērojot bloķēšanas ķēdes elementu nostrādes summāro laiku: bloķētājsignāla formējošās aizsardzības pakāpes minimālais darbības laiku, releja binārās izejas darbības laiku, releja binārās ieejas darbības laiku un rezerves laiku;

3.4.27.3. jāparedz viena no šajā punktā norādītajām aizsardzībām. Transformatora pretējā no pamatbarošanas pusē kopnēm ar spriegumu zemāku par 110 kV jāparedz loģiskā kopņu aizsardzība. Aizsardzībai jāizpilda 3.7.2.2. p. prasības. Slēgtās sadalietaisēs kopnēm ar spriegumu zemāku par 110 kV jāparedz loka aizsardzība transformatora pretējā no pamatbarošanas pusē. Aizsardzībai jāizpilda 3.7.2.4. p. prasības. Ieteicams paredzēt kopņu nodalījumu loka aizsardzību kā ātrdarbīgāku aizsardzību, salīdzinot ar kopņu loģisko aizsardzību;

3.4.27.4. ja norādītie 3.4.27.1. p., 3.4.27.2. p. un 3.4.27.3. p. pasākumi netiek izpildīti, tad transformatora ar pazeminātu noturību pie īsslēgumiem valdītājam jāsamazina transformatora pamatbarošanas puses MSA un DA nostrādes laiks līdz vērtībai, kas nodrošina transformatora tinumu termisko noturību pie īsslēgumiem. Transformatora valdītājam jābrīdina transformatoram pieslēgto atejošo pievienojumu valdītājs par transformatora aizsardzības neselektīvas darbības iespēju pie īsslēgumiem atejošā pievienojumā.

3.4.28. Autotransformatoru 110 kV un 330 kV jaudas slēdžiem jāparedz:

3.4.28.1. trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībām pie īsslēgumiem;

3.4.28.2. AAI var paredzēt, ja autotransformatora jaudas slēdzis atslēdzies no rezerves relejaizsardzības pie īsslēguma atejošā elektrolīnijā, notiekot elektrolīnijas aizsardzības atteikumam;

3.4.28.3. ieslēgšana no vadības un AAI ar spriegumu un sinhronisma kontrolēm;

3.5. Gaisvadu un kabeļu elektrolīniju aizsardzības 6 kV – 20 kV elektrotīklos

3.5.1. Elektrolīniju aizsardzības 6 kV – 20 kV elektrotīklos jāveido, ievērojot šādus vispārīgus nosacījumus:

3.5.1.1. elektroenerģijas sistēmas elektrotīklos aizliegts 110 kV pazeminošo transformatoru, kas atrodas vienā vai dažādās apakšstacijās, paralēls darbs, izņemot operatīvos pārslēgumus, kad atļauts īslaicīgs transformatoru paralēls darbs, lai nodrošinātu nepārtrauktu elektroenerģijas lietotāju elektroapgādi. Operatīvo pārslēgumu laikā pieļaujama elektrolīniju un citu elektrotīkla elementu aizsardzību neselektīva darbība;

3.5.1.2. elektrolīnijas ar viensusēju barošanu tiek barotas no vienas elektrolīnijas puses;

3.5.1.3. elektrolīnijas ar divpusēju barošanu tiek barotas no divām pusēm, no dažādiem avotiem, piemēram, vienā elektrolīnijas galā – no sadales elektrotīkla kopnēm, bet otrā – no elektrostacijas sinhronā ģeneratora, kurš strādā paralēli ar elektrotīklu.

3.5.1.4. aizsardzības jāparedz elektrolīnijas barošanas avota pusē;

3.5.1.5. 6 kV un 20 kV elektrotīklos parasti izmanto transformatorus ar izolētu vai caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) zemētu neitrāli. Lai nodrošinātu aizsardzības darbībai nepieciešamo zemesslēguma strāvas aktīvo komponenti, lokdzēses zemētājreaktora sekundārajam tinumam jāpieslēdz aktīvā slodze.

3.5.1.6. pilsētu 10 kV kabeļu elektrotīklos tiek pielietots mazrezistīvi zemētas neitrāles tīkla režīms ar zemesslēguma strāvas lieluma ierobežošanu barošanas apakšstacijā līdz 1 kA;

3.5.1.7. 6 kV – 20 kV elektrotīklā ar tieši pieslēgtu sinhrono ģeneratoru bieži lieto neitrāles zemēšanu caur lielrezistīvu pretestību.

3.5.2. Elektrolīnijām elektrotīklos ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli jāparedz

aizsardzības pie starpfāžu īsslēgumiem un vienfāzes zemesslēgumiem. Vienfāzes zemesslēguma aizsardzība, ja nav speciālas prasības, darbojas uz signālu. Elektrolīnijām elektrotīklos ar caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli jāparedz aizsardzības pie starpfāžu un vienfāzes īsslēgumiem uz zemi.

3.5.3. Aizsardzībai pie starpfāžu īsslēgumiem jābūt trīsfāžu. Aizsardzības pie starpfāžu īsslēgumiem ar elektromehāniskiem relejiem, kas izveidotas divās fāzēs (vienās un tajās pašās fāzēs visā attiecīgā sprieguma elektrotīklā), lai divu zemesslēgumu gadījumā atslēgtu tikai vienu bojāto posmu. Lai palielinātu jutību pie divfāžu īsslēgumiem, kad bojājums ir aiz transformatora ar tā tinumu savienojumu zvaigzne-trīsstūris vai trīsstūris-zvaigzne, jālieto trīsfāžu aizsardzība.

Aizsardzība pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi jāveido ar ZSA.

3.5.4. Veidojot elektrolīnijas aizsardzību, jānovērtē pamataizsardzības nepieciešamība, pirmām kārtām, lai izpildītu 3.1.5. p. un 3.1.7. p. prasības.

Elektrolīnijām vienmēr jāparedz MSA pakāpe bez laika aiztures, ja tas iespējams atbilstoši 3.1.18. p. un 3.1.30. p. prasībām.

3.5.5. Elektrolīnijām ar vienfāžu barošanu aizsardzībai pie starpfāžu īsslēgumiem jāparedz MSA ar trīs vai vairāk pakāpēm. Pirmā pakāpe jāveido kā MSA bez laika aiztures vai ar selektivitātes nodrošināšanai nepieciešamo laika aizturi, bet otrā pakāpe kā MSA ar neatkarīgo vai atkarīgo laika aiztures raksturlīkni. Nepieciešamības gadījumā, lai nodrošinātu selektivitāti, jutību un ātrdarbību, MSA atsevišķas pakāpes jāveido ar minimālsprieguma palaišanu. Šajā gadījumā pakāpes strāvas elements palaiž laika aiztures elementu vai darbojas uz atslēgšanu, ja pakāpe ir bez laika aiztures, pie nosacījuma, ka jebkurš no starpfāžu spriegumiem ir zemāks par ar aplēsēm noteikto iestatījumu. Divas pirmās pakāpes parasti nodrošina elektrolīnijas pamataizsardzību. Tālās rezervēšanas nodrošināšanai jāparedz trešā un, ja nepieciešams, arī papildu pakāpes.

Vienpusēji barotām kabeļu elektrolīnijām ar reaktoriem jāparedz MSA ar minimālsprieguma palaišanu. Ņemot vērā, ka pie īsslēgumiem pirms reaktora spriegums samazinās daudz vairāk nekā pie īsslēgumiem aiz reaktora, ar minimālsprieguma palaišanu ir iespējams izveidot atsevišķu MSA pakāpi bez laika aiztures, kura darbojas pie īsslēgumiem pirms reaktora un pašā reaktorā, cik to pieļauj minimālsprieguma palaišanas iestatījums.

Kabeļu elektrolīnijām bez reaktoriem, kuras pieslēgtas elektrostaciju kopnēm ar sinhronajiem ģeneratoriem, pirmās pakāpes iestatījumi jāizvēlas tā, lai aizsardzība atslēgtu bez laika aiztures īsslēgumus, kas izraisa tiešās secības sprieguma pazemināšanos uz elektrostācijas kopnēm zemāk par $0,6 U_n$. Lai nodrošinātu šo prasību, pieļaujama aizsardzības neselektīva darbība, to pilnībā vai daļēji labojot ar ARI darbību. Šāda aizsardzība vēlama arī elektrolīnijām, ja tās pieslēgtas apakšstaciju kopnēm, kuras baro lielas jaudas sinhronos elektrodzinējus. Sprieguma pazemināšanās uz kopnēm jānosaka, MSA paredzot minimālsprieguma palaišanu.

3.5.6. Elektrolīnijām ar divpusēju barošanu jālieto tādas pašas aizsardzības kā elektrolīnijām ar vienfāžu barošanu (skatīt 3.5.5. p.), un papildus tām, lai panāktu nepieciešamo ātrdarbību, selektivitāti un jutību, jāparedz virzīta MSA bez minimālsprieguma palaišanas un MSA ar minimālsprieguma palaišanu.

Minimālsprieguma palaišana var nodrošināt aizsardzības jutību, izveidojot MSA jutīgu pakāpi ar nostrādes strāvu tuvu pievienojuma nominālai strāvai un ar

minimālsprieguma palaišanas iestatījumu, piemēram, $0,8 U_n$ un aizsardzības selektivitāti un ātrdarbību, izveidojot MSA pakāpi ar ierobežotu darbības zonu (cik tālu pakāpe "redz" īsslēgumu), ar aplēsēm nosakot zonas ierobežošanai nepieciešamo minimālsprieguma palaišanas iestatījumu (zemāku par $0,8 U_n$).

Lai vienkāršotu aizsardzības un nodrošinātu to selektivitāti, ja tas ir pieļaujams no elektroenerģijas lietotāju viedokļa, var lietot automātisku elektrotīkla dalīšanu īsslēguma gadījumā radiālos posmos ar pēc tam sekojošu automātisku elektrotīkla shēmas atjaunošanu, piemēram, ar AAI.

Ja vairākpakāpju virzīta MSA un nevirzīta MSA nenodrošina nepieciešamo ātrdarbību un selektivitāti, jālieto šādas elektrolīnijas pamataizsardzības: GDA vai relatīvās selektivitātes aizsardzība, kas darbojas bez iestatīta laika aiztures pie visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma. Šādu aizsardzību darbība un to prasības aprakstītas 3.6. nodaļā.

3.5.7. Pieļaujams neparedzēt aizsardzību elektrolīnijai ar divpusēju barošanu tajā elektrolīnijas galā, kur tieši vai caur paaugstinošo transformatoru pieslēgts viens vai vairāk sinhrono ģeneratoru, ievērojot šādus nosacījumus:

3.5.7.1. pašas elektrolīnijas aizsardzība jānodrošina ar ģeneratora vai bloka ģenerators-transformators aizsardzību, kas paredzēta tālrezervēšanai;

3.5.7.2. pretējā elektrolīnijas galā jāparedz virzīta uz kopnēm virzīta trīsfāžu MSA, kas rezervē elektrotīkla blakus posma elektrolīniju aizsardzības (tuvā rezervēšana). MSA jāpapildina ar minimālsprieguma palaišanu (skatīt 3.5.6. p.), ja tas ir nepieciešams jutības, ātrdarbības un selektivitātes nodrošināšanai. Pieļaujama aizsardzības kaskādes darbība, panākot vispirms barošanas avota atslēgšanos no elektrotīkla puses;

3.5.7.3. ģeneratora vai bloka ģenerators-transformators aizsardzībai, kas paredzēta tālrezervēšanai, ieteicams rezervēt blakus elektrolīniju aizsardzības pretējā galā, ja notikusi blakus elektrolīnijas aizsardzības vai jaudas slēdža atteice. Šajos gadījumos pieļaujama ģeneratora vai bloka ģenerators-transformators rezerves aizsardzības kaskādes darbība, panākot vispirms barošanas avota atslēgšanos no elektrotīkla puses.

3.5.8. Selektīvā aizsardzība pie vienfāzes zemesslēgumiem jāveido, ievērojot šādas prasības:

3.5.8.1. aizsardzība jāparedz elektrolīnijas galā ar barošanas avotu;

3.5.8.2. kā elektrolīnijas selektīva aizsardzība jālieto virzīta ZSA. Aizsardzības darbības zonu nosaka maksimālās jutības leņķis starp nullsecības spriegumu un nullsecības strāvu vai tās aktīvo vai kapacitatīvo komponenti. Elektrolīnijas galā ar pieslēgtu sinhrono ģeneratoru ZSA vietā pieļaujams lietot nullsecības maksimālsprieguma aizsardzību, ja tas ir pieņemams no ātrdarbības viedokļa, paredzot tās darbību pēc tam, kad no ZSA atslēdzies pretējais elektrolīnijas gals;

3.5.8.3. selektivitātes un jutības uzlabošanai jāveido aizsardzības, kas izmanto pirmās harmonikas nullsecības strāvu un spriegumu;

3.5.8.4. elektrotīklā ar izolētu neitrāli vai ar neitrāli, kas zemēta caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) un tam nav paredzēta aktīvās

komponentes veidošana nullsecības strāvā, elektrolīnijai jāparedz virzīta ZSA ar $\sin(\varphi)$ veida raksturlīkni, kura reaģē uz nullsecības jaudas induktīvo komponenti;

3.5.8.5. elektrotīklā ar neitrāli, kas zemēta caur lielrezistīvu pretestību, vai ar neitrāli, kas zemēta caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) un tam ir paredzēta aktīvās komponentes veidošana nullsecības strāvā, elektrolīnijai jāparedz virzīta ZSA ar $\cos(\varphi)$ veida raksturlīkni, kura reaģē uz nullsecības jaudas aktīvo komponenti.

Piezīme 1: Selektīvai aizsardzībai pie vienfāzes zemesslēgumiem jādarbojas uz elektrolīnijas atslēgšanu, ja to pieprasa LEK 136 minētās prasības vai citi apstākļi, vai arī uz signālu, ja atslēgšana nav nepieciešama.

Piezīme 2: Ja elektrotīklā atļauts strādāt noteiktu laiku ar bojājumu, kas rada zemesslēgumu, tad nepārbūvētās apakšstacijās bez digitāliem relejiem zemesslēguma noteikšanai pieļaujams lietot izolācijas kontroles ierīci (nullsecības maksimālsprieguma aizsardzību), bojātā elementa noteikšanai izmantojot citas speciālas elektroiekārtas; kā arī pieļaujama bojātā elementa noteikšana, pēc kārtas atslēdzot pievienojumus.

3.5.9. Selektīvai aizsardzībai pie vienfāzes zemesslēgumiem jāizmanto nullsecības strāvmainis. Digitālām aizsardzībām jāparedz iespēja darboties pie vienfāzes zemesslēgumiem ar mainīgu loka pretestību.

Aizsardzībai pie vienfāzes zemesslēgumiem, kas darbojas bez laika aiztures uz atslēgšanu atbilstoši LEK 136 minētajām prasībām, jāatslēdz tikai tas elements, kas baro bojāto aizsargposmu. Bez šīs aizsardzības jāparedz rezerves nullsecības maksimālsprieguma aizsardzība, kas ar laika aizturi ap 500 ms atslēdz visu elektriski saistīto elektrotīklu – kopņu sistēmu (sekciju) vai barojošo transformatoru.

Nav pieļaujams palielināt nullsecības strāvas pirmo harmoniku, lai nodrošinātu aizsardzības darbību elektrotīklā ar neitrāli, kas zemēta caur lokdzēses zemētājreaktoru, piemēram, pārregulējot kompensāciju.

3.5.10. 6 kV – 20 kV elektrolīnijām, kuras pēc režīmiem var pārslogoties, jāparedz pārslodzes strāvas aizsardzība ar laikneatkarīgu vai laikatkarīgu nostrādes raksturlīkni. Aizsardzībai jādarbojas uz elektrolīnijas atslēgšanu vai tās automātisku atslogošanu.

3.5.11. Pārbūvējamās elektroietaisēs, sadales punktos, 110 kV un 330 kV apakšstacijās 6 kV – 20 kV slēgiekārtas jāaprīko ar elektriskā loka aizsardzību, kas reaģē uz gaismas intensitātes vai spiediena palielināšanos slēgiekārtas pievienojumu nodalījumos.

110 kV un 330 kV apakšstacijās, kurās 6 kV – 20 kV slēgiekārtas nav aprīkotas ar elektriskā loka aizsardzību, ieteicams šādu aizsardzību izbūvēt.

Ieteicams lietot ātrdarbīgu elektriskā loka aizsardzību, kura reaģē uz gaismas intensitāti un efektīvi minimizē bojājuma apjomus. Atkarībā no bojājuma vietas elektriskā loka aizsardzībai bez laika aiztures jāatslēdz:

3.5.11.1. bojātā pievienojuma jaudas slēdzis, ja bojājums ir kabeļu nodalījumā;

3.5.11.2. nākošais tuvākais jaudas slēdzis elektrobarošanas avota virzienā, ja bojājums ir jaudas slēdža vai kopņu nodalījumā.

Piezīme: Lai nepieļautu barojošā elektrotīkla jaudas slēdža atslēgšanu, elektriskā loka aizsardzībai nepareizi darbojoties, var kontrolēt īsslēguma strāvas esamību šajā jaudas slēdzī. Šādas kontroles tehniskais risinājums jāizvērtē katrā atsevišķā gadījumā.

3.5.12. 20 kV gaisvadu elektrolīnijām:

- 3.5.12.1. jāparedz trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībām pie īsslēgumiem;
- 3.5.12.2. var paredzēt AAI;
- 3.5.12.3. jāparedz ieslēgšana no vadības un AAI ar spriegumu kontrolēm.

3.6. 110 kV un 330 kV elektrolīniju aizsardzības

3.6.1. 110 kV un 330 kV elektrolīnijām jāparedz aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem:

- 3.6.1.1. starpfāžu īsslēgumiem;
- 3.6.1.2. vienfāzes īsslēgumiem uz zemi;
- 3.6.1.3. elektrolīnijas un ar to saistītas elektroiekārtas strāvas pārslodzes;
- 3.6.1.4. elektrolīnijas darba nepilnfāžu režīmā;
- 3.6.1.5. asinhronās gaitas elektrolīnijās.

3.6.2. Pārbūvētās 110 kV un 330 kV apakšstacijās un sadales punktos jāparedz digitālās RAA. Jāparedz digitālie releji, kuriem DA un strāvas aizsardzības nostrādes laiks uz releja binārās izejas kontakta nepārsniedz 30 ms pie iestatītas aizsardzības laika aiztures 0 s.

3.6.3. Pārbūvējamās apakšstacijās 110 kV un 330 kV elektrolīnijām jālieto šādas digitālās aizsardzības:

- 3.6.3.1. kā absolūtās selektivitātes aizsardzība – elektrolīnijas GDA;
- 3.6.3.2. kā relatīvās selektivitātes aizsardzība – vairākHzonu DA, vairākpakāpju virzīta un/vai nevirzīta ZSA, vairākpakāpju virzīta un/vai nevirzīta MSA.

Piezīme: 110 kV un 330 kV elektrolīnijām, veidojot MSA un ZSA pakāpi bez laika aiztures, jāievēro 3.1.18. p. un 3.1.30. p. prasības.

3.6.4. Nepārbūvētās apakšstacijās 110 kV elektrolīnijām lieto šādas aizsardzības:

- 3.6.4.1. pie starpfāžu īsslēgumiem lieto trīszonu DA;
- 3.6.4.2. pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi lieto vairākpakāpju virzītu un/vai nevirzītu ZSA.

Piezīme: 110 kV gaisvadu elektrolīnijām aizsardzībai pie vienfāzes īsslēgumiem ar lielu pārejas pretestību īsslēguma vietā, piemēram, īsslēgumam uz zemi caur koku, ieteicams lietot ZSA pakāpi ar nostrādes strāvu diapazonā 60 A – 200 A, nodrošinot pakāpes selektīvu darbību ar blakus elektroīkka pievienojumu ZSA.

3.6.5. Aizsardzības darbība ar laika aizturi nedrīkst izsaukt elektrolīnijas vadu nepieļaujamu sasilšanu pie īsslēgumiem ar strāvām, kas vairākkārt pārsniedz elektrolīnijas nominālo strāvu.

3.6.6. DA jānodrošina ar funkciju, kas bloķē noteikto aizsardzības zonu nostrādi pie asinhronās gaitas vai jaudas svārstībām starp ekvivalentiem EDS. Minēto funkciju var neliidot elektrolīniju DA zonām ar laika aizturi, lielāku par 1,5 s.

3.6.7. 330 kV elektrolīniju jaudas slēdžiem jāparedz NFA, kas jāizpilda, ievērojot 3.1.22. p. un 3.1.23. p. prasības.

3.6.8. 330 kV elektrolīniju GDA un relatīvas selektivitātes aizsardzībām pareizi jādarbojas intensīvu elektromagnētisku pārejas procesu laikā, ievērojot elektrolīniju lielās kapacitatīvās strāvas. Tāpēc jānodrošina:

3.6.8.1. elektromagnētisko pārejas procesu ietekmes ierobežošana, piemēram, reaģējot uz pirmās harmonikas strāvām un spriegumiem;

3.6.8.2. kapacitatīvās vadāmības strāvu kompensācija elektrolīnijas GDA, ja elektrolīnijas ir garākas par 150 km.

3.6.9. Veicot 110 kV un 330 kV elektrolīniju aizsardzību iestatījumu aplēses, paralēlām elektrolīnijām visā garumā vai atsevišķos posmos, jāievēro mijindukcijas mainīgā ietekme uz aizsardzību darbības parametriem dažādos elektrotīkla režīmos. Aizsargājamās elektrolīnijas GDA relejā un DA relejā jāpadod paralēlās elektrolīnijas nullsecības strāva, ja elektrolīniju paralēlo posmu summārais garums pārsniedz aptuveni 25 % no aizsargājamās elektrolīnijas pilnā garuma. Paralēlās elektrolīnijās nullsecības strāva, notiekot vienfāzes īsslēgumam uz zemi, tiek izmantota bojājuma vietas noteikšanai un DA precizitātes paaugstināšanai.

3.6.10. 110 kV gaisvadu elektrolīnijām jāparedz:

3.6.10.1. trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībām pie īsslēgumiem ar sekojošu AAI;

3.6.10.2. ieslēgšana no vadības un AAI ar spriegumu un sinhronisma kontrolēm;

3.6.10.3. 110 kV gaisvadu elektrolīnijai ar divpusēju barošanu no pārvades elektrotīkla jāparedz vienreizēja sprieguma padošana uz elektrolīniju ar AAI palīdzību. Ja šādai elektrolīnijai ir iespējami arī režīmi ar vienpusēju barošanu jebkurā galā, pēc nesekmīgas AAI barojošā galā jāpadod AAI bloķēšanas tālvadības komanda uz pretējo galu;

3.6.10.4. 110 kV gaisvadu elektrolīnijai ar divpusēju barošanu no pārvades elektrotīkla, ja elektrolīnija ieslēgta režīmā ar vienpusēju barošanu (radiāls darba režīms) un ir iespējama elektrolīnijas atslēgšana no aizsardzībām abos galos, jāparedz abu galu ieslēgšana ar AAI palīdzību neatkarīgi no tā, kurš ir barošanas gals;

3.6.10.5. 110 kV gaisvadu elektrolīnijai ar divpusēju barošanu no pārvades elektrotīkla un ar transformatoru nozarojumā jāparedz sprieguma padošana uz elektrolīniju ar AAI palīdzību divas reizes, veicot AAI secīgi vienu reizi katrā elektrolīnijas galā;

3.6.10.6. 330 kV / 110 kV autotransformatoriem, kas ražoti pēc GOST standartiem līdz 1977. gadam, ieskaitot ar jaudu 125 MVA, līdz 1972. gadam, ieskaitot ar jaudu 200 MVA, un līdz 1978. gadam, ieskaitot ar jaudu 250 MVA, ir pazemināta noturība pie lielām īsslēguma strāvām 110 kV tinumos. Komercsabiedrības normatīvajā dokumentā jānorāda komercsabiedrības valdījumā esošie autotransformatori ar pazeminātu noturību pie lielām īsslēgumu strāvām 110 kV tinumos. Ar nolūku mazinātu lielu īsslēgumu strāvu iedarbību skaitu uz autotransformatoru 110 kV tinumiem pie īsslēgumiem atējošās 110 kV elektrolīnijās, paredzēts elektrolīniju AAI bloķēšana, īsslēguma strāvai tinumos pārsniedzot robežstrāvas lielumu.

Autotransformatoriem jāparedz MSA pakāpe, kas pieslēgta autotransformatora 110 kV tinumu strāvām, un kas darbojas uz atejošo 110 kV elektrolīniju AAI ar ($-U_{līnijas} + U_{kopņu}$) kontroli bloķēšanu. Normatīvajā dokumentā jānorāda MSA pakāpes strāvas iestatījumi.

Ja apakšstacija ir autotransformators ar pazeminātu noturību pie īsslēgumiem, tad no apakšstacijas atejošām 110 kV elektrolīnijām, kas strādā loka režīmā, jāparedz AAI ar ($-U_{līnijas} + U_{kopņu}$) kontroli un ar sinhronisma kontroli abos elektrolīnijas galos. Pie īsslēguma atejošā elektrolīnijā, ja AAI ar ($-U_{līnijas} + U_{kopņu}$) kontroli tiks bloķēta apakšstacijā ar autotransformatoru, darbosies AAI ar ($-U_{līnijas} + U_{kopņu}$) kontroli pretējā elektrolīnijas galā un, ja AAI būs sekmīga, tad apakšstacijā ar autotransformatoru elektrolīnija ieslēgsies no AAI ar sinhronisma kontroli. AAI iestatījumi abos elektrolīnijas galos savstarpēji jāaskāņo, paredzot AAI secīgu darbību.

Ja apakšstacijā ir autotransformators ar pazeminātu noturību pie īsslēgumiem, tad no apakšstacijas atejošām 110 kV elektrolīnijām, kas strādā radiālā režīmā, autotransformatoru strāvai 110 kV tinumos pārsniedzot robežstrāvas lielumu, AAI ar ($-U_{līnijas} + U_{kopņu}$) kontroli tiks bloķēta un elektrolīnija paliks atslēgtā stāvoklī. Elektrolīniju var ieslēgt no vadības.

3.6.11. 330 kV gaisvadu elektrolīnijām jāparedz:

3.6.11.1. trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībām pie starpfāžu īsslēgumiem ar sekojošu TAAI;

3.6.11.2. trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībām pēc VAAI pie paliekošā vienfāzes īsslēguma aizsargājamā elektrolīnijā (nesekmīga VAAI) ar sekojošu TAAI;

3.6.11.3. ieslēgšana no vadības un TAAI ar spriegumu un sinhronisma kontrolēm.

3.6.12. 110 kV un 330 kV kabeļu elektrolīnijām jāparedz:

3.6.12.1. trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībām pie īsslēgumiem. AAI nav jāparedz;

3.6.12.2. ieslēgšana no vadības ar spriegumu un sinhronisma kontrolēm.

3.6.13. 110 kV un 330 kV gaisvadu elektrolīnijām ar vienu vai vairākiem kabeļu elektrolīnijas posmiem:

3.6.13.1. jāparedz trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībām pie īsslēgumiem;

3.6.13.2. nav ieteicams izmantot AAI. Pārvades elektrotīkla statiskās un dinamiskās stabilitātes nodrošināšanai, kā arī plaša reģiona drošākai energoapgādei komercsabiedrība (elektrolīnijas valdītājs) var paredzēt AAI, bloķējot AAI pie bojājumu kabeļu posmā;

3.6.13.3. AAI jāizmanto, ja elektrolīnija ir gaisvadu un tikai izvads no apakšstacijas izbūvēts ar kabeli;

3.6.13.4. jāparedz ieslēgšana no vadības un AAI ar spriegumu un sinhronisma kontrolēm.

3.6.14. 330 kV gaisvadu elektrolīnijām jāparedz elektrolīnijas aizsardzības iedarbe uz vienfāzes atslēgšanu ar sekojošu VAAI pie vienfāzes īsslēgumiem aizsargājamā

elektrolīnijā. Jāparedz bojātās fāzes izvēles elementi, kas nodrošina aizsardzības iedarbi uz aizsargājamās elektrolīnijas bojātās fāzes atslēgšanu pie vienfāzes īsslēgumiem.

3.6.15. 110 kV un 330 kV gaisvadu elektrolīnijām ar kabeļu posmu, ja aizsardzība spēj noteikt, ka īsslēgums notika kabeļu posmā, pēc elektrolīnijas atslēgšanas pieļaujams veikt sekojošu AAI, bloķējot AAI pie īsslēguma kabeļu posmā.

110 kV un 330 kV gaisvadu elektrolīnijām ar kabeļu posmu PSO jāizvērtē AAI izmantošanas nepieciešamība, ņemot vērā elektrolīnijas atslēgšanas ietekmi uz pārvades elektrotīkla drošumu, elektroenerģijas lietotāju un pārvades elektrotīklam pieslēgto ģeneratoru stabilu darbību.

3.6.16. Aizsardzībām, kas paredzētas 330 kV elektrolīnijām ar vienfāzes atslēgšanu ar sekojošu VAAI, jāievēro šādas prasības:

3.6.16.1. pie starpfāžu īsslēgumiem DA jāreaģē uz bojāto fāžu cilpu fāze–fāze pretestību un pamatā nav jāreaģē uz cilpu fāze–zeme pretestību (pie starpfāžu īsslēgumiem uz zemi to ne vienmēr var nodrošināt);

3.6.16.2. lai nodrošinātu bojātās fāzes selektīvu atslēgšanu pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi, aizsardzībā jābūt nodrošināta bojātās fāzes izvēle;

3.6.16.3. uz vienfāzes atslēgšanu jādarbojas tām relatīvās selektivitātes aizsardzību zonām un pakāpēm, t.sk. paātrinātām ar tālvadības aparātūras komandām no pretējā elektrolīnijas gala, kuras paredzētas darbībai pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi visā aizsargājamā elektrolīnijā;

3.6.16.4. ja īsslēgums aizsargājamā elektrolīnijā ir vienfāzes uz zemi, aizsardzībai jādarbojas uz vienfāzes atslēgšanu un VAAI palaišanu. Ja īsslēgums aizsargājamā elektrolīnijā ir starpfāžu, aizsardzībai jādarbojas uz trīsfāžu atslēgšanu un TAAI palaišanu;

3.6.16.5. elektrolīnijas GDA jādarbojas bez laika aiztures pie visu veidu īsslēgumiem, t.sk. pie īsslēgumiem nebojātās fāzēs pēc bojātās fāzes atslēgšanas no abiem elektrolīnijas galiem. Noteiktai DA zonai, t.sk. paātrinātai ar tālvadības komandu no pretējā elektrolīnijas gala, jādarbojas bez laika aiztures pie īsslēgumiem nebojātās fāzēs pēc bojātās fāzes atslēgšanas no abiem elektrolīnijas galiem. Ja tehniski tas ir iespējams, tad noteiktai ZSA pakāpei, t.sk. paātrinātai ar tālvadības aparātūras komandu no pretējā elektrolīnijas gala, jādarbojas ar minimālu laika aizturi, kas nepārsniedz 150 ms, pie īsslēgumiem nebojātās fāzēs pēc bojātās fāzes atslēgšanas no abiem elektrolīnijas galiem.

3.6.16.6. ZSA pakāpes, kuras var nostrādāt VAAI cikla laikā, kad darbā ir tikai divas elektrolīnijas fāzes, jābloķē VAAI cikla laikā un uz minimālu laiku, kas nepārsniedz 150 ms, pēc VAAI cikla laika beigām. Minimālā laika aizture jāparedz, lai novērstu ZSA nepareizu nostrādi, kamēr atslēgtās fāzes jaudas slēdzis neieslēdzas katrā līnijas galā;

3.6.16.7. notiekot neseismīgai VAAI, neatkarīgi no īsslēguma veida aizsardzībai jādarbojas uz trīsfāžu atslēgšanu un TAAI palaišanu. Ir iespējamās šādas TAAI darbības:

- TAAI notiks pēc uzdotas laika aiztures, piemēram, pēc 20 s. Uzdotais laiks paredzēts atslēgtās fāzes jaudas slēdža atsperes uzvilkšanai un nosaka atsperes gatavību nākošai darbībai;

- TAAI notiks uzreiz pēc atslēgtās fāzes jaudas slēdža atsperes uzvilkšanas, kontrolējot atsperes gatavību nākošai darbībai. TAAI tiek bloķēta, ja atsperes uzvilkšanas laiks pārsniedz noteiktu laiku, piemēram, 20 s;
- ja vienfāzes īsslēgums uz zemi notiek atkārtoti pēc sekmīgas VAAI laikā, kamēr jaudas slēdža atspere nav gatava nākošai darbībai, tad visām aizsardzībām jādarbojas uz trīsfāžu atslēgšanu, un TAAI nenotiks;

3.6.16.8. notiekot nesekmīgai TAAI pēc nesekmīgas VAAI, aizsardzībai jādarbojas uz trīsfāžu atslēgšanu, nākošā TAAI nenotiks.

3.6.16.9. VAAI cikla laikā un papildus uz minimālu laiku, kas nepārsniedz 150 ms, pēc VAAI cikla beigām jābloķē ZSA pakāpes, kuras var nostrādāt elektrolīnijas režīmā ar atslēgtu vienu fāzi abos galos. Bloķēšanas laika pagarināšana uz papildu laiku novērš ZSA nepareizu nostrādi, kamēr atslēgtās fāzes jaudas slēdzis nav ieslēdzies no VAAI abos elektrolīnijas galos, un VAAI ciklā palaidušās ZSA pakāpes nav atgriezušās.

3.6.17. Ja paliekošais tiešās secības spriegums uz apakšstacijas 110 kV kopnēm ir $0,6 U_n$ vai zemāk pie īsslēguma 110 kV elektrolīnijā, elektrolīnijai jāparedz aizsardzība, kas darbojas bez iestatītas laika aiztures pie visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100% no elektrolīnijas garuma (skatīt 3.1.7.5. p. prasību). Paliekošais spriegums jāpārbauda visos reālos elektrotīkla darba režīmos pie īsslēguma aizsardzības darbības zonas beigās, kurā tā darbojas bez laika aiztures, ieskaitot režīmu, ja notikusi elektrolīnijas atslēgšana bez laika aiztures no pretējā gala (kaskādveida īsslēgums).

Īsslēgumi elektrolīnijā vai citā 110 kV kopnēm pieslēgtā pievienojumā pie 110 kV jaudas slēdža atteikuma un paliekošā tiešās secības sprieguma uz apakšstacijas 110 kV kopnēm $0,6 U_n$ un zemāk jāatslēdz ar laiku, kas nepārsniedz 250 ms.

Aplēses jāveic elektrotīkla minimālos īsslēguma strāvas režīmos. Ja apakšstacijā ir 330 kV autotransformatori, tad režīmā ar atslēgtiem autotransformatoriem jāpieņem, ka visas no apakšstacijas atejošās 110 kV elektrolīnijas ir darbā.

3.6.18. Ja 110 kV apakšstacijā ir divas 110 kV elektrolīnijas, tad elektrolīnija ar garumu, mazāku par 0,59 no otras elektrolīnijas garuma, jāuzskata par īsu elektrolīniju.

Ja 110 kV apakšstacijā ir vairāk par divām 110 kV elektrolīnijām, īsa elektrolīnija tiek noteikta ar aprēķinu. Pārbaudāmā elektrolīnija jāuzskata par īsu elektrolīniju, ja tās garums nepārsniedz šādu garumu (km): $0,68 \times \text{visgarākās elektrolīnijas garums (km)} \times \text{īsslēguma strāvas attiecība visgarākā elektrolīnijā pret īsslēguma strāvu pārbaudāmā elektrolīnijā}$. Aprēķins jāveic starpfāžu īsslēgumam pārbaudāmā elektrolīnijā 85 % attālumā no apakšstacijas kopnēm elektrotīkla minimālos īsslēguma strāvas režīmos. Ja apakšstacijā ir 330 kV autotransformatori, tad, aprēķinot režīmā ar atslēgtiem autotransformatoriem, jāpieņem, ka darbā ir visas no apakšstacijas atejošās 110 kV elektrolīnijas ar divpusējo barošanu.

3.6.19. 110 kV īsām elektrolīnijām (skatīt 3.6.18. p.) kā pamataizsardzība jāparedz elektrolīnijas GDA un kā rezerves – relatīvās selektivitātes aizsardzības. Visām aizsardzībām jādarbojas bez iestatītas laika aiztures pie visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma. Tālāk šajā punkta dots paskaidrojums.

Garāko blakus 110 kV elektrolīniju pretējo galu aizsardzībām tehniski nav iespējams nodrošināt selektīvu darbību pie īsslēguma īsajā elektrolīnijā. Ja īsai elektrolīnijai ir

divas aizsardzības, tad garākām elektrolīnijām aizsardzību iestatījumu aprēķinos var pieņemt, ka īsslēgumi īsajā elektrolīnijā vienmēr tiek atslēgti bez iestatītas laika aiztures, ja darbā nav viena aizsardzība vai ir vienas aizsardzības atteice.

3.6.20. Paralēlām 110 kV gaisvadu elektrolīnijām kā pamataizsardzība jāparedz elektrolīnijas GDA un kā rezerves – relatīvās selektivitātes aizsardzības. Visām aizsardzībām jādarbojas bez iestatītas laika aiztures pie visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma.

3.6.21. Divām vai vairākām elektrolīnijām, ja tās visā garumā vai atsevišķos posmos izbūvētas uz vieniem balstiem, jāparedz divas neatkarīgas aizsardzības: kā pamataizsardzība – elektrolīnijas GDA un kā rezerves aizsardzība – relatīvās selektivitātes aizsardzības. Visām aizsardzībām jādarbojas bez iestatītas laika aiztures visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma.

3.6.22. Ja 110 kV kopnēm pieslēgts D tipa elektroenerģijas ražošanas modulis vai D tipa elektroenerģijas parka modulis, tad no kopnēm atejošām 110 kV elektrolīnijām jāparedz divas neatkarīgas aizsardzības: kā pamataizsardzība – elektrolīnijas GDA un kā rezerves aizsardzības – relatīvās selektivitātes aizsardzības. Visām aizsardzībām jādarbojas bez iestatītas laika aiztures pie visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma. Jāizpilda arī 3.1.7.5. p. prasība attiecībā uz īsslēguma atslēgšanas laiku pie jaudas slēdža atteikuma pievienojumā, kurš pieslēgts pie tām pašām 110 kV kopnēm.

3.6.23. 330 kV gaisvadu elektrolīnijām jāparedz divas neatkarīgas aizsardzības: kā pamataizsardzība – elektrolīnijas GDA un kā rezerves aizsardzības – relatīvās selektivitātes aizsardzības. Visām aizsardzībām jādarbojas bez iestatītas laika aiztures visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma.

3.6.24. 110 kV un 330 kV kabeļu elektrolīnijām jāparedz divas neatkarīgas aizsardzības: kā pamataizsardzība – elektrolīnijas GDA un kā rezerves aizsardzības – relatīvās selektivitātes aizsardzības. Visām aizsardzībām jādarbojas bez iestatītas laika aiztures pie visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma. 110 kV un 330 kV kabeļu elektrolīnijām jāparedz elektrolīnijas trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībām pie visa veida īsslēgumiem elektrolīnijā. 110 kV un 330 kV kabeļu elektrolīnijām AAI nav jāparedz.

3.6.25. Divus pārvades elektrotīklus savienojošām 330 kV elektrolīnijām jāparedz viens no diviem variantiem ar divām neatkarīgām aizsardzībām:

3.6.25.1. kā pamataizsardzību un rezerves aizsardzību – divas neatkarīgas relatīvās selektivitātes aizsardzības;

3.6.25.2. kā pamataizsardzība – elektrolīnijas GDA un kā rezerves aizsardzības – relatīvās selektivitātes aizsardzības. Elektrolīnijas GDA ieteicams paredzēt tiešo optisko sakaru kanālu starp elektrolīnijas galu apakšstacijām.

Piezīme: Aizsardzībām jādarbojas bez iestatītas laika aiztures pie visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma. Abiem PSO sa vstarpēji jāvienojas par konkrētām aizsardzībām.

3.6.26. 110 kV un 330 kV elektrolīnijas relatīvās selektivitātes aizsardzībām, lai tās darbotos bez iestatītas laika aiztures zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma, jāpadod aizsardzības paātrinājuma tālvadības komandas uz līnijas pretējo galu. Komunikācijai starp elektrolīnijas galiem 110 kV elektrolīnijai jāizmanto optiskais

sakaru kanāls, 330 kV elektrolīnijai – optiskais sakaru kanāls un/vai augstfrekvences sakaru kanāls.

3.6.27. Lai nodrošinātu DA un virzītas ZSA darbību bez laika aiztures pie īsslēgumiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma, jālieto šādi aizsardzības darbības paātrinājuma veidi:

3.6.27.1. jāpaātrina DA jutīgā zona ar atļāvējsignālu no elektrolīnijas pretējā gala, ja elektrolīnija ir ar divpusēju barošanu. DA pirmā zona aptver līdz 85 % no elektrolīnijas garuma un darbojas bez laika aiztures. Paātrināmā jutīgā zona, saņemot atļāvējsignālu pie īsslēgumiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma, darbojas bez laika aiztures. Pretējā elektrolīnijas galā atļāvējsignāla formēšanai, ja paātrinājumam lieto saīsinātās zonas aizsardzību ar atļāvējsignālu, jāizmanto DA pirmās zonas nostrāde. Vēl DA, virzītas ZSA paātrinājumam var lietot pagarinātās zonas aizsardzību ar atļāvējsignālu. Tad pretējā elektrolīnijas galā atļāvējsignāla formēšanai jāizmanto DA jutīgās zonas, ZSA pakāpes palaišana, ar aplēsēm pārbaudot, ka visos darba režīmos tiek nodrošināts minimālais jutības koeficients pie īsslēgumiem elektrolīnijas pretējā galā, – 1,2 DA jutīgai zonai un virzītas ZSA jutīgai pakāpei. Nepieciešamības gadījumā, paātrinājumam lietojot pagarinātās zonas aizsardzību ar atļāvējsignālu, jāparedz paātrināmās zonas (pakāpes) darbības bloķēšana uz noteiktu laiku, ja pirms tam ir noticis īsslēgums aizmugurē (pretējā, salīdzinot ar aizsargājamo elektrolīniju, virzienā). Bloķēšanai jāizmanto aizsardzības zona (pakāpe) vai attiecīgas aizsardzības virziena elements, kurš palaižas pie īsslēguma aizmugurē. Virzītas ZSA paātrinājumam šāda bloķēšana ir obligāta 330 kV elektrolīnijām ar VAAI izmantošanu, jo īslaicīga jaudas virziena elementa nostrāde var notikt, pārejot no īsslēguma uz nepilnfāžu režīmu, kas rada nosacījumus aizsardzības paātrinājuma nostrādei uz blakus elektrolīnijām. Bloķēšanas laikam jābūt lielākam par atļāvējsignāla saņemšanas laiku. Ja atļāvējsignāls tiek formēts no DA zonas vai virzītas ZSA pakāpes palaišanas, tad bloķējošam aizsardzības elementam jābūt ar lielāku jutību, salīdzinot ar atļāvējsignālu formējošā aizsardzības elementa jutību no pretējā elektrolīnijas gala. Ir pieļaujams saskaņošanas koeficients, lielāks par 1,1;

3.6.27.2. ja elektrolīnijas pretējā galā paredzēti režīmi ar atslēgtu barošanas avotu un šajā režīmā jānodrošina elektrolīnijas ātra atslēgšana pie īsslēguma tajā, tad jālieto aizsardzības paātrinājums, izmantojot bloķētājsignālu no elektrolīnijas pretējā gala, kurā atslēgts barošanas avots. Paātrināmā zona, pakāpe, nesaņemot bloķētājsignālu pie īsslēgumiem darbības zonā, kas aptver 100% no elektrolīnijas garuma, darbojas ar minimālu 40 ms – 70 ms laika aizturi. Bloķētājsignāls tiek formēts pie īsslēgumiem ārpus aizsargājamās elektrolīnijas. Laika aiztures iestatījums nedrīkst būt mazāks par aplēsto, ievērojot šādu nosacījumu: bloķētājsignālu formējošās zonas, pakāpes minimālais darbības laiks summējas ar komandas pārraides pilno laiku un rezerves laiku. Bloķētājsignāla formēšanai jāizmanto aizsardzības zona (pakāpe) vai virziena elements, ja tāds ir, kuram darbības virziens ir uz aizmuguri (pretējā, salīdzinot ar aizsargājamo elektrolīniju, virzienā). Bloķētājsignāls, ja tas tehniski ir iespējams, jāpārraida uz pretējo elektrolīnijas galu tik ilgi, kamēr nav atslēgts ārējais īsslēgums aizmugurē. Ja tehniski tas nav iespējams, uztveršanas galā jāparedz saņemtā bloķētājsignāla pagarināšana uz noteiktu laiku, kurā paredzēts atslēgt ārējo īsslēgumu. Bloķētājsignāla formējošam elementam jābūt ar lielāku jutību, salīdzinot ar

paātrināmā aizsardzības elementa jutību no pretējā elektrolīnijas gala. Ir pieļaujams saskaņošanas koeficients, lielāks par 1,1.

Piezīme 1: Atļāvējsignāla izmantošana atļauj izveidot aizsardzību bez minimālās laika aiztures, bet, ja paātrinājumam izmanto bloķētājsignālu, ir nepieciešama minimāla laika aizture. Ja elektrolīnijai pievienoti transformatori, jānodrošina ar laika aizturi vai ar citu tehnisku risinājumu virzītas ZSA paātrināmās pakāpes nostrāde no transformatoru magnetizēšanas strāvām un elektrodzinēju palāides strāvām, kuras rodas pie elektrolīnijas ieslēgšanas, vai atslēdzot ārējo īsslēgumu blakus aizsargposmos.

Piezīme 2: Atļāvējsignāla un bloķētājsignāla pārraidei jāizmanto digitālie elektronisko sakaru kanāli (optiskie kabeļi un elektrolīniju zibens aizsardzības troses ar iebūvētu optisko kabeli), kā arī elektrolīnijas augstfrekvences kanāli ar atbilstošām elektronisko sakaru ierīcēm. Kanālu veidojošās iekārtas atslēdzot no darba pārbaudei vai remontam, ja tā rezultātā tiek zaudēts DA un virzītas ZSA paātrinājums, kā arī elektrolīnijas GDA, jānodrošina īsslēgumu atslēgšana aizsargājamā elektrolīnijā ar pieļaujamu laika aizturi. Šajā nolūkā ir atļauts ieslēgt operatīvo paātrinājumu jutīgai DA zonai un virzītai ZSA pakāpei, samazinot to nostrādes laiku pie nosacījuma, ka blakus 330 kV elektrolīnijām ir ieslēgtas darbā pamataizsardzības, kuras, ja rodas īsslēgums uz tām, atslēdz blakus aizsargposmu bez laika aiztures. Ieslēdzot darbā operatīvo paātrinājumu, jāreķinās, ka paātrinātā zona vai pakāpe ir neselektīva ar blakus aizsargposmu rezerves aizsardzībām.

3.6.28. Lai paātrinātu īsslēgumu uz zemi atslēgšanu paralēlām 110 kV un 330 kV elektrolīnijām, var lietot virzītas ZSA paātrinājumu, izmantojot nullsecības īsslēguma jaudas virzienu paralēlā elektrolīnijā. Pretējais īsslēguma jaudas virziens paralēlā elektrolīnijā norāda uz to, ka īsslēgums ir aizsargājamā elektrolīnijā. Atkarībā no bojājuma vietas un barojošo avotu jaudas šāds ZSA paātrinājums var darboties kaskādē, atslēdzoties bojātai elektrolīnijai no pretējā gala. Jāņem vērā, ka elektrotīkla režīmā ar atslēgtu paralēlo elektrolīniju minētā aizsardzība ar īsslēguma jaudas virziena kontroli paralēlajā elektrolīnijā nedarbojas.

3.6.29. Ja 110 kV elektrolīnijai ar vienfāžu barošanu pieslēgti transformatori ar cieši zemētu neitrāli, MSA iestatījumu aplēsēs jāpārbauda, ka tā nevar neselektīvi nostrādāt pie nullsecības strāvas, kura rodas aizsargājamās elektrolīnijas fāzēs, notiekot vienfāzes vai divfāžu īsslēgumam uz zemi elektrotīkla blakus elementos elektrobarošanas virzienā. Ja atsevišķām MSA pakāpēm neselektīva nostrāde ir iespējama, jāizmanto šādi nostrādes novēršanas risinājumi:

3.6.29.1. jāparedz šo pakāpju darbības bloķēšana ar ZSA pakāpi, kurai nostrādes nullsecības strāvas attiecība pret bloķējamās MSA pakāpes nostrādes strāvu nav lielāka par 2,5;

3.6.29.2. jāparedz vairākpakāpju MSA vai vairākpakāpju MSA ar minimālsprieguma palaišanu, un, ja tas nepieciešams selektivitātes un jutības nodrošināšanai, jāparedz virzīta MSA. Aizsardzībai pie īsslēgumiem uz zemi jāparedz vairākpakāpju virzīta ZSA. Aizsardzības uzstāda tikai no barošanas avota puses.

3.6.30. 110 kV elektrolīniju ar vienfāžu barošanu aizsardzībai jāizmanto relatīvās selektivitātes aizsardzības.

3.6.31. Lai nodrošinātu aizsardzību darbību bez iestatītas laika aiztures visiem īsslēguma veidiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas garuma, jāizmanto šādi risinājumi:

3.6.31.1. jāizmanto elektrolīnijas GDA;

3.6.31.2. pie īsslēgumiem elektrolīnijā virzītas relatīvās selektivitātes aizsardzības jāpaātrina ar bloķētājsignālu no elektrolīnijas pretējā gala (skatīt 3.6.27. p.). Šajā gadījumā elektrolīnijas pretējā galā jāuzstāda virzītas relatīvās selektivitātes aizsardzības;

3.6.31.3. ja tas ir nepieciešams, lai, atslēdzot no darba vienu no aizsardzībām pārbaudei vai remontam, saglabātu šo elektrolīniju darbā, jāparedz GDA un relatīvās selektivitātes aizsardzības.

3.6.32. Ja 110 kV elektrolīnijai pieslēgts transformators nozarījumā ar jaudas slēdzi vai bez jaudas slēdža, elektrolīnijas GDA nedrīkst darboties pie īsslēgumiem transformatorā vai aiz tā. Tas jānodrošina ar šajā punktā minētiem tehniskiem risinājumiem.

Ja transformators pievienots elektrolīnijai barošanas avota galā, elektrolīnijas GDA jāizmanto strāvmaiņi, kas ieslēgti tieši elektrolīnijā, vai jāizmanto strāvu summa no paralēli slēgtiem elektrolīnijas jaudas slēdža ķēdē un nozarījumā uz transformatoru strāvmaiņiem. Nepieciešamības gadījumā paralēli slēgto strāvmaiņu transformācijas koeficienti jāizlīdzina ar starpstrāvmaiņu palīdzību. Šāds risinājums nodrošina GDA nenotradī pie īsslēgumiem transformatorā un aiz tā. Elektrolīnijas relatīvās selektivitātes aizsardzības var pieslēgt strāvmaiņiem, kas ieslēgti virknē elektrolīnijas jaudas slēdža ķēdē, nesummējot ar strāvu no strāvmaiņiem nozarījumā. Šāds strāvas ķēžu slēgums nodrošina transformatoru aizsardzību darbības daļēju rezervēšanu ar elektrolīnijas relatīvās selektivitātes aizsardzībām.

Ja transformators nav pievienots elektrolīnijai barošanas avota galā, piemēram, elektrolīnija ar transformatoru nozarējuma elektrolīnijas galā bez barošanas avota vai elektrolīnijai ar divpusēju barošanu un transformatoru nozarījumā, kas pieslēgts elektrolīnijai attālinātā no barošanas avota vietā, tad visos elektrolīnijas galos jāparedz GDA un relatīvās selektivitātes aizsardzības. Elektrolīnijas aizsardzības ar transformatoru nozarējuma galā jāpieslēdz strāvmaiņiem un spriegummaiņiem, kuri atrodas nozarījumā pirms transformatora pieslēgšanas vietas elektrolīnijai.

3.6.33. 110 kV elektrolīnijām pie īsslēgumiem nozarījumā pieslēgtajā transformatorā elektrolīnijas relatīvās selektivitātes aizsardzības darbība ar sekojošu AAI elektrolīnijas galos ar barošanas avotu ir pieļaujama šādos gadījumos:

3.6.33.1. ja transformatoram ir jaudas slēdzis 110 kV pusē;

3.6.33.2. nepārbūvētās apakšstacijās, ja transformatoram nav jaudas slēdzis 110 kV pusē un ir paredzēta nozarējuma transformatora automātiskā atvienošana no elektrolīnijas pie bojājumiem transformatorā bezstrāvas un bezsprieguma pauzē AAI laikā.

3.6.33.3. nozarējuma transformatoram neatkarīgi no tā jaudas jāparedz aizsardzības, kas darbojas bez laika aiztures pie visu veidu īsslēgumiem transformatorā. Īsslēgums nozarējuma transformatorā jāatslēdz ar transformatora 110 kV jaudas slēdzi, vai, ja transformatoram nav jaudas slēdzis, padodot tālatslēgšanas komandu uz līnijas galiem ar barošanas avotu. Komandu pārraidei jāizmanto digitālo elektronisko sakaru kanāli, rezervējot pārraides ierīces un kanālus to pārbaudes vai remonta laikā.

3.7. Kopņu, apejas slēdžu, kopņu sajūgslēdžu un sekcijslēdžu aizsardzības

3.7.1. Pārbūvējamo apakšstaciju 110 kV un 330 kV kopnēm jāparedz KDA. Nepārbūvētās 110 kV apakšstacijās ar primāro "tiltiņa" shēmu (divas 110 kV elektrolīnijas ar starp elektrolīnijām ieslēgtu vienu kopīgu jaudas slēdzi un abām vai vienai elektrolīnijai pieslēgtu nozarojumu ar transformatoru) KDA parasti netiek lietota.

3.7.2. Kopnēm jāparedz šādas aizsardzības:

3.7.2.1. 110 kV un 330 kV kopnēm KDA bez laika aiztures;

3.7.2.2. kopnēm ar 6 – 20 kV spriegumu KDA vietā var paredzēt loģisko kopņu aizsardzību (skatīt arī 3.7.2.4. p.). Aizsardzības nostrāde tiek nodrošināta ar kopnes barojošā pievienojuma MSA pakāpes paātrināšanu, izmantojot bloķētājsignāla neesamību no kopnēm pieslēgto pievienojumu aizsardzībām. Ja kopnēm pieslēgtā pievienojumā ir īsslēgums, tad MSA paātrinājums tiek bloķēts. Paātrinātā pakāpe, nesāņemot bloķētājsignālu, darbojas ar minimālu (līdz 150 ms) laika aizturi pie īsslēguma uz kopnēm. Sekcionētām kopnēm ar dažādām sekcijām pieslēgtiem barojošiem pievienojumiem, aizsardzības selektivitātes nodrošināšanai sekcijslēdža bloķētājsignāls jāveido, izmantojot virzītu MSA. Laika aiztures iestatījums paātrinājumam nedrīkst būt mazāks par aplēsēs noteikto, ievērojot bloķēšanas ķēdes elementu nostrādes summāro laiku: bloķētājsignāla formējošās aizsardzības pakāpes minimālais darbības laiku, releja binārās izejas darbības laiku, releja binārās ieejas darbības laiku un rezerves laiku. Loģiskā kopņu aizsardzība, atšķirībā no KDA, nevar nodrošināt darbību bez laika aiztures pie īsslēguma uz kopnēm;

3.7.2.3. var izmantot barojošo pievienojumu aizsardzības uz kopnēm virzīto zonu, pakāpi ar nostrādes laiku ne lielāku par 150 ms, vai ar nostrādes laiku ne lielāku par 300 ms, ja tas nepieciešams no selektivitātes viedokļa. Uz kopnēm virzīta zona, pakāpe jānosaka ar pārējo kopnēm pieslēgto pievienojumu aizsardzībām, kuras virzītas aizsargājamā pievienojumā;

3.7.2.4. slēgtās sadalītais kopnēm ar spriegumu, zemāku par 110 kV, KDA vietā var paredzēt loka aizsardzību. Loka aizsardzība aptver slēgtās sadalītais nodaļumus atbilstoši ražotāja paredzētai aizsardzības konfigurācijai un elektroiekārtai. Loka aizsardzība ir absolūtās selektivitātes ātrdarbīga aizsardzība, kas reaģē uz loka gaismas intensitāti un darbojas bez iestatītā nostrādes laika pie īsslēguma kopņu nodaļumā. Ja ir paredzēta kopņu nodaļumu loka aizsardzība, loģiskā kopņu aizsardzība nav jāparedz.

3.7.3. KDA jāaptver visi kopņu sistēmai vai sekcijai pieslēgto pievienojumu elementi, kas atrodas starp KDA strāvmaiņiem uz kopņu pusi: kopnes, spriegummaiņi, atdalītāji, zemētājslēdži, jaudas slēdži.

110 kV un 330 kV apakšstacijās KDA jāizveido ar digitāliem relejiem, kas satur speciālo algoritmu, lai nereaģētu uz īslaicīgām pārejas procesu nesimetriskām strāvām primārā elektrotīklā un sekundārajās strāvas ķēdēs. KDA jālieto releji ar zemu strāvas ķēžu ieejas pretestību.

3.7.4. Pārbūvējamās 110 kV un 330 kV apakšstacijās divkopņu sistēmai ar vienu slēdzi uz pievienojumu jāparedz KDA ar nefiksētu pievienojumu pieslēgšanu katrai kopņu sistēmai. KDA, atkarībā no pievienojumu kopņu atdalītāju stāvokļa, automātiski

piefiksē pievienojumu vienai vai otrai kopnei. Jebkurā fiksācijas režīmā pie īsslēguma uz vienas kopnes KDA selektīvi jāatslēdz tikai bojātai kopnei pieslēgtie pievienojumi. Notiekot īsslēgumam uz vienas kopnes pie pievienojuma pārslēgšanas no vienas kopnes uz otru bez sprieguma pārtraukuma, ja pievienojumam īslaicīgi ieslēgti abi kopņu atdalītāji, KDA jāatslēdz abām kopnēm pieslēgtie pievienojumi.

Nepārbūvēto 110 kV apakšstaciju divkopņu sistēmai ar vienu slēdzi uz pievienojumu KDA paredzēta fiksētai pievienojumu pieslēgšanai katrai kopņu sistēmai atbilstoši normāla režīma shēmai. Fiksētā režīmā pie īsslēguma uz vienas kopnes aizsardzība selektīvi atslēdz bojātai kopnei pieslēgtos pievienojumus, t.sk. arī sajūgslēdzi starp abām kopnēm. Ja pievienojumu fiksācija kopnēm tiek izmainīta, salīdzinot ar normāla režīma shēmu, KDA jāpārslēdz nefiksētā režīmā. Nefiksētā režīmā pie īsslēguma uz vienas no kopnēm aizsardzība neselektīvi atslēdz abām kopnēm pieslēgtus pievienojumus.

Divkopņu sistēmām pie īsslēgumiem starp kopņu sajūgslēdzi un tā strāvmaiņiem KDA atslēgs nebojātai kopnei pieslēgtos pievienojumus un sajūgslēdzi, bet neatslēgs bojātai kopnei pieslēgtos pievienojumus. Lai atslēgtu bojājumu, kopņu aizsardzībai jāpalaiž SBA, kura atslēgs bojātai kopnei pieslēgtos pievienojumus. Ja divkopņu sistēmai ir kopņu sajūgslēdzis ar strāvmaiņiem abās pusēs, tad KDA pie šāda īsslēguma atslēdz bez laika aiztures bojāto un nebojāto kopņu sistēmu.

3.7.5. Nepareizas darbības novēršanai KDA jāparedz strāvmaiņu sekundāro ķēžu kontrole, kas ar nelielu laika aizturi bloķē aizsardzības iedarbi uz pievienojumiem un iedarbina signalizāciju par strāvmaiņu sekundāro ķēžu bojājumiem.

3.7.6. Ja KDA nav paredzēta, tad apakšstacijās un sadales punktos ar spriegumu 6 – 20 kV īsslēguma uz kopnēm atslēgšanai var izmantot transformatoru aizsardzības pie ārējiem bojājumiem, kā arī kopņu sajūgslēdžu vai sekcijslēdžu aizsardzībai.

3.7.7. Ja KDA un pievienojuma aizsardzībai izmantoti no abām pusēm jaudas slēdži iebūvētie strāvmaiņi, tie jāpievieno aizsardzībām tā, lai bojājumi jaudas slēdžī būtu abu minēto aizsardzību darbības zonā.

Ja jaudas slēdžiem nav iebūvēto strāvmaiņu, tad atsevišķus strāvmaiņus uzstāda tikai vienā slēdža pusē un tā, lai jaudas slēdzis atrastos KDA darbības zonā.

3.7.8. KDA jāizveido tā, lai nodrošinātu bojātas kopnes vai sekcijas selektīvu atslēgšanu bez laika aiztures, saglabājot darbā nebojātās kopnes vai sekcijas.

3.7.9. Apejas jaudas slēdžiem, ja tie aizvieto pievienojumu jaudas slēdžus, jāparedz aizsardzības, kuras nodrošina pievienojumu aizsardzību selektivitāti, jutību, ātrdarbību un tālrezervēšanu. Apejas slēdzim var paredzēt šādas aizsardzības pievienojuma jaudas slēdža aizvietošanas režīmā:

3.7.9.1. izmantot aizvietojamā pievienojuma aizsardzības;

3.7.9.2. paredzēt apejas jaudas slēdzim absolūtās selektivitātes aizsardzību un relatīvās selektivitātes aizsardzības. Nepieciešamības gadījumā var nodrošināt apejas jaudas slēdža relatīvās selektivitātes aizsardzību darbību bez laika aiztures pie īsslēgumiem zonā, kas aptver 100 % no elektrolīnijas, izmantojot aizsardzības paātrinājuma atlāvējsignālu vai bloķētājsignālu no elektrolīnijas pretējā gala (3.6.27. p.). Vienmēr jāparedz transformatoru (autotransformatoru) un bloku ģenerators-transformators diferenciālo aizsardzību pievienošanu apejas jaudas

slēdža strāvmaiņiem, nodrošinot to pareizu darbību, ja ar aplejas jaudas slēdzi aizvieto transformatora vai bloka ģenerators-transformators jaudas slēdzi.

Piezīme: Atkarībā no strāvmaiņu un spriegummaiņu izvietouma jānodrošina strāvu, spriegumu un izejas ķēžu pareiza pieslēgšana aplejas slēdža aizsardzībā un vadībai.

3.7.10. Kopņu sajūgslēdžiem un sekcijslēdžiem jāparedz šādas aizsardzības:

3.7.10.1. vairākpakāpju MSA pie starpfāžu īsslēgumiem;

3.7.10.2. vairākpakāpju ZSA pie īsslēgumiem uz zemi elektrotīklos ar cieši vai caur mazresistīvu pretestību zemētu neitrāli.

Piezīme: Aizsardzības pakāpju skaitam jābūt pietiekošam, lai nodrošinātu paredzētas aizsardzības funkcijas.

3.7.11. Kopņu sajūgslēdža un sekcijslēdža aizsardzībā jāparedz darbība bez laika aiztures pie jaudas slēdža ieslēgšanas uz īsslēgumu.

Ja tas ir nepieciešams selektīvas tuvās rezervēšanas nodrošināšanai, dalot ar aizsardzības darbību kopnes pie īsslēguma blakus elektrotīkla pievienojumā un pievienojuma aizsardzības atteices, kopņu sajūgslēdžim un sekcijslēdžim jāparedz relatīvās selektivitātes aizsardzības. Kopņu sajūgslēdža un sekcijslēdža aizsardzības iestatījumi jāaskaņo ar kopnēm pieslēgto pievienojumu aizsardzības iestatījumiem selektīvas darbības nodrošināšanai.

Ja vienā 110 kV vai 330 kV jaudas slēdžī ir apvienotas aplejas slēdža un kopņu sajūgslēdža funkcijas, jaudas slēdžim jāparedz visas tās pašas aizsardzības, kas ir prasītas katram jaudas slēdžim atsevišķi.

3.7.12. 110 kV un 330 kV sajūgslēdžiem un sekcijslēdžiem:

3.7.12.1. jāparedz trīsfāžu atslēgšana no aizsardzībā pie īsslēgumiem;

3.7.12.2. nav jāparedz AAI;

3.7.12.3. jāparedz ieslēgšana no vadības ar spriegumu un sinhronisma kontrolēm.

3.8. 330 kV un 10 kV šuntētājreaktori

3.8.1. 330 kV šuntētājreaktoriem, kurus lieto sprieguma regulēšanai, jāparedz aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem:

3.8.1.1. bojājumiem, kas izraisa gāzes izdalīšanos un pie eļļas līmeņa pazemināšanās;

3.8.1.2. starpvijumu īsslēgumiem tinumos;

3.8.1.3. starpfāžu īsslēgumiem tinumos un uz to izvadiem;

3.8.1.4. vienfāzes īsslēgumiem uz zemi tinumos un uz to izvadiem;

3.8.1.5. tinumu strāvas pārslodzes;

3.8.1.6. eļļas temperatūras paaugstināšanās;

3.8.1.7. tinuma temperatūras paaugstināšanās;

3.8.1.8. eļļas spiediena paaugstināšanās;

3.8.1.9. eļļas līmeņa paaugstināšanās;

3.8.1.10. citas aizsardzības pie iekšējiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem, kuras paredz šuntētājreaktora ražotājs;

3.8.1.11. dažāda veida bojājumiem dzesēšanas iekārtās.

3.8.2. Pie bojājumiem 330 kV šuntētājreaktora apvalkā (tvertnē), kas saistīti ar gāzes izdalīšanos vai eļļas līmeņa pazemināšanos, jāparedz gāzes aizsardzība.

Gāzes aizsardzība var darboties arī pie starpvijumu īsslēgumiem šuntētājreaktora tinumos, kad, piemēram, notiek lokālas caursišanas un pārkarsēšanas un diferenciālā aizsardzība nedarbojas savas ierobežotas jutības dēļ pie šāda veida bojājumiem.

Gāzes aizsardzībai jādarbojas uz signālu, ja gāze izdalās lēnām, vai līdz noteiktam lielumam pazeminās eļļas līmenis, kā arī uz atslēgšanu, ja gāze izdalās intensīvi, vai turpina pazemināties eļļas līmenis.

Aizsardzībai pie bojājumiem šuntētājreaktora apvalkā (tvertnē), kas saistīti ar gāzes izdalīšanos, var izmantot arī spiediena releju.

Šuntētājreaktora sprieguma regulatora RZS pakāpju pārslēgšanas iekārtas ar loka pārtraukšanu eļļā aizsardzībai jālieto atsevišķs gāzes un spiediena relejs.

Minētajām aizsardzībām jādarbojas uz šuntētājreaktora jaudas slēdža atslēgšanu.

Jāparedz iespēja operatīvi pārslēgt gāzes releja atslēgšanas elementu uz signālu un atsevišķa signalizācija no gāzes releja signālelementa un atslēgšanas elementa.

3.8.3. Pie īsslēgumiem uz 330 kV šuntētājreaktora izvadiem, kā arī pie iekšējiem īsslēgumiem jāparedz šādas aizsardzības:

3.8.3.1. kā pamataizsardzību – šuntētājreaktora diferenciālā aizsardzība bez laika aiztures. Jutības palielināšanai pie nesimetriskiem īsslēgumiem un pie starpvijumu īsslēgumiem šuntētājreaktora tinumos diferenciālo aizsardzību var papildināt ar diferenciālo pretējās secības strāvas aizsardzību;

3.8.3.2. jutības palielināšanai pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi uz šuntētājreaktora izvadiem vai tā tinumos kā pamataizsardzību – diferenciālā zemesslēguma aizsardzība bez laika aiztures, kas pieslēgta šuntētājreaktora fāžu strāvmaiņiem augstsprieguma izvadu pusē un strāvmaiņim neitrālē;

3.8.3.3. kā rezerves aizsardzību – relatīvās selektivitātes aizsardzības.

3.8.4. 330 kV šuntētājreaktora diferenciālai aizsardzībai un diferenciālai zemesslēguma aizsardzībai jālieto transformatora digitālā diferenciālā aizsardzība un transformatora digitālā diferenciālā zemesslēguma aizsardzība. Abām diferenciālām aizsardzībām jābloķējas pie magnetizēšanas strāvām un pārejas nesimetriskām strāvām. Jālieto digitālie releji ar zemu strāvas ķēžu ieejas pretestību.

Šuntētājreaktora digitālās diferenciālās aizsardzības minimālajai nostrādes strāvai, neņemot vērā bremzēšanu, jābūt ne lielākai par 0,3 no šuntētājreaktora nominālās strāvas. Šuntētājreaktora digitālās diferenciālās zemesslēguma aizsardzības minimālā nostrādes strāva, neņemot vērā bremzēšanu, jānosaka, ievērojot ražotāja rekomendācijas.

Šuntētājreaktora digitālās diferenciālās pretējās secības strāvas aizsardzības nostrādes strāva jānosaka, ievērojot ražotāja rekomendācijas.

Diferenciālām aizsardzībām jāizmanto 330 kV šuntētājreaktora iebūvētie strāvmaiņi abās tinumu pusēs un strāvmaiņiem jābūt vienādiem (identiskiem ar vienādiem parametriem).

3.8.5. 330 kV šuntētājreaktoriem pie īsslēgumiem uz zemi jāparedz šādas ZSA:

3.8.5.1. ZSA, kas pieslēgta 330 kV šuntētājreaktora iebūvētiem fāžu strāvmaiņiem augstsprieguma izvadu pusē;

3.8.5.2. ZSA, kas pieslēgta strāvmaiņim 330 kV šuntētājreaktora neitrālē;

3.8.5.3. ZSA, kas pieslēgta ārējiem strāvmaiņiem, kas izvietoti blakus jaudas slēdzim, lai aizsargātu posmu no ārējiem strāvmaiņiem līdz 330 kV šuntētājreaktora augstsprieguma izvadiem.

3.8.6. 330 kV šuntētājreaktora absolūtās un relatīvās selektivitātes aizsardzībām, kā arī gāzes aizsardzībai nav jāpalaiž ugunsdzēsības iekārta. Ugunsdzēsības iekārta jāpalaiž no speciālām ugunsgrēka noteikšanas elektroierīcēm.

3.8.7. 330 kV šuntētājreaktoriem pie tinumu strāvas pārslodzes jāparedz termiskā pārslodzes strāvas aizsardzība. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu. Termiskā pārslodzes strāvas aizsardzība, ievērojot šuntētājreaktora strāvas lielumu un silšanas siltuma konstanti un, ja iespējams, atdzesēšanas siltuma konstanti, modelē eļļas temperatūru. Aizsardzībai jādarbojas pie noteikta strāvas lieluma vai noteiktas zemākas temperatūras uz signālu, bet pie noteiktas augstākas temperatūras – uz atslēgšanu.

3.8.8. 330 kV šuntētājreaktoriem pie eļļas temperatūras paaugstināšanās jāparedz eļļas temperatūras aizsardzība, kas reaģē uz eļļas temperatūras paaugstināšanos virs pieļaujamās, kuru mēra šuntētājreaktora tvertnē paredzētās vietās.

Aizsardzībai pie noteiktas temperatūras jādarbojas uz signālu un, ja tas ir paredzēts, uz dzesēšanas elektrodzinēju palaišanu, bet pie noteiktas augstākas temperatūras jādarbojas uz atslēgšanu. Temperatūru lielumu iestatījumus parasti nosaka šuntētājreaktora ražotājs.

3.8.9. 330 kV šuntētājreaktoriem pie tinuma temperatūras paaugstināšanās jāparedz tinumu temperatūras aizsardzība. Piemēram, aizsardzībā var būt uzstādīts tinuma viskarstākajā sasilšanas zonā eļļas temperatūras devējs un sildelements, kuram barošanu nodrošina aizsargājamā tinuma strāvas inducētais spriegums. Sildelementa izejas strāva ir proporcionāla tinuma strāvai, un aizsardzība pēc strāvas nosaka, ka tinuma temperatūra pārsniedz iestatīto un darbojas uz nostrādi. Šāda aizsardzība jāparedz katras fāzes tinumam.

Aizsardzībai jādarbojas pie noteiktas tinuma zemākas temperatūras uz signālu, bet pie augstākas temperatūras uz atslēgšanu. Temperatūru lielumu iestatījumus nosaka šuntētājreaktora ražotājs.

3.8.10. 330 kV šuntētājreaktoriem pie eļļas spiediena paaugstināšanās jāparedz eļļas spiediena aizsardzība, kas darbojas, eļļas spiedienam pārsniedzot noteiktu lielumu šuntētājreaktora tvertnē paredzētās vietās.

Eļļas spiediena paaugstināšanās izraisa speciālo vārstu, kas izvietoti vairākās vietās uz tvertnes apvalka, atvēršanos, tā rezultātā zināms daudzums eļļas tiek izspiests, un spiediens samazinās. Samazinoties eļļas spiedienam līdz noteiktam lielumam, vārsti automātiski aizveras.

3.8.11. Atkarībā no 330 kV šuntētājreaktora un tā dzesēšanas iekārtas ražotāja noteiktām prasībām jāparedz aizsardzības pie dažāda veida bojājumiem dzesēšanas iekārtā.

Aizsardzības, atkarībā no noteiktām prasībām, var darboties, piemēram, ar mazāku laika aizturi uz signālu un uz rezerves dzesēšanas elektrodzinēju palaišanu un ar lielāku laika aizturi uz šuntētājreaktora atslēgšanu.

3.8.12. Magnetizēšanas strāvu minimizēšanai, padodot pārvades elektrotīkla spriegumu uz 330 kV šuntētājreaktoru, jālieto fāžu koordinētas ieslēgšanas/atslēgšanas relejs (funkcija). Ņemot vērā magnētvida konstrukciju, tinumu slēguma veidu, jaudas slēdža ieslēgšanas un atslēgšanas laikus, funkcijas algoritms nodrošina ieslēgšanas un atslēgšanas komandas padošanu katrai 330 kV jaudas slēdža fāzei atsevišķi optimālā brīdī.

3.8.13. 10 kV šuntētājreaktoriem, kurus lieto reaktīvās jaudas (sprieguma) regulēšanai, jāparedz aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem:

3.8.13.1. Ja notikusi eļļas līmeņa pazemināšanās un konstatēti bojājumi, kas izraisa gāzes izdalīšanos, iebūvētiem tvertnē ar eļļu šuntētājreaktoriem;

3.8.13.2. starpvijumu īsslēgumiem tinumos;

3.8.13.3. starpfāžu īsslēgumiem tinumos un uz to izvadiem;

3.8.13.4. vienfāzes zemesslēgumiem tinumos un uz to izvadiem;

3.8.13.5. tinumu strāvas pārslodzes;

3.8.13.6. eļļas temperatūras paaugstināšanās iebūvētiem tvertnē ar eļļu šuntētājreaktoriem;

3.8.13.7. eļļas spiediena paaugstināšanās iebūvētiem tvertnē ar eļļu šuntētājreaktoriem;

3.8.13.8. citas aizsardzības pie iekšējiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem, kuras paredz transformatora ražotājs;

3.8.13.9. dažāda veida bojājumiem dzesēšanas iekārtās.

3.8.14. Pie bojājumiem 10 kV šuntētājreaktora apvalkā (tvertnē), kas saistīti ar gāzes izdalīšanos vai eļļas līmeņa pazemināšanos, jāparedz gāzes aizsardzība.

Gāzes aizsardzība var darboties arī pie starpvijumu īsslēgumiem šuntētājreaktora tinumos.

Gāzes aizsardzībai jādarbojas uz signālu, ja gāze izdalās lēnām, vai līdz noteiktam lielumam pazeminās eļļas līmenis, kā arī uz atslēgšanu, ja gāze izdalās intensīvi, vai turpina pazemināties eļļas līmenis.

Aizsardzībai pie bojājumiem šuntētājreaktora apvalkā (tvertnē), kas saistīti ar gāzes izdalīšanos, var izmantot arī spiediena releju.

Minētajām aizsardzībām jādarbojas uz šuntētājreaktora jaudas slēdža atslēgšanu.

Jāparedz iespēja operatīvi pārslēgt gāzes releja atslēgšanas elementu uz signālu un atsevišķa signalizācija no gāzes releja signālelementa un atslēgšanas elementa.

3.8.15. Pie īsslēgumiem uz 10 kV šuntētājreaktora izvadiem, kā arī pie iekšējiem īsslēgumiem jāparedz vairākpakāpju MSA un vairākpakāpju pretējās secības strāvas aizsardzība.

MSA jābūt trīsfāžu. Var paredzēt šādas MSA un pretējās secības strāvas aizsardzības pakāpes:

3.8.15.1. MSA pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlielni, kura ar laika aizturi darbojas uz signālu, ja strāva palielinās, piemēram, virs 1,2 no šuntētājreaktora nominālās strāvas;

3.8.15.2. MSA pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlielni, kura ar minimālu laika aizturi (līdz 350 ms) darbojas uz šuntētājreaktora atslēgšanu, ja strāva palielinās, piemēram, virs 1,4 no šuntētājreaktora nominālās strāvas. Pakāpe jābloķē pie magnetizēšanas strāvām un pārejas nesimetriskām strāvām. Minimālais nostrādes laiks ir paredzēts, lai minimizētu bojājuma apjomu;

3.8.15.3. MSA pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlielni, kura laika aiztures darbojas uz šuntētājreaktora atslēgšanu, ja strāva palielinās, piemēram, virs 2,4 no šuntētājreaktora nominālās strāvas;

3.8.15.4. pretējās secības strāvas aizsardzības pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlielni, kura ar laika aizturi darbojas uz signālu, ja pretējās secības strāva palielinās, piemēram, virs 0,1 no šuntētājreaktora nominālās strāvas;

3.8.15.5. pretējās secības strāvas aizsardzības pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlielni, kura ar minimālu laika aizturi (līdz 350 ms) darbojas uz šuntētājreaktora atslēgšanu, ja pretējās secības strāva palielinās, piemēram, virs 0,2 no šuntētājreaktora nominālās strāvas. Pakāpe jābloķē pie magnetizēšanas strāvām un pārejas nesimetriskām strāvām. Minimālais nostrādes laiks ir paredzēts, lai minimizētu bojājuma apjomu;

3.8.15.6. pretējās secības strāvas aizsardzības pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlielni, kura bez laika aiztures darbojas uz šuntētājreaktora atslēgšanu, ja pretējās secības strāva palielinās, piemēram, virs 1,4 no šuntētājreaktora nominālās strāvas.

3.8.16. Pie zemesslēgumiem uz 10 kV šuntētājreaktora izvadiem, kā arī pie iekšējiem zemesslēgumiem, ja šuntētājreaktors pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzīses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli; jāparedz nullsecības maksimālsprieguma aizsardzība.

Palielinoties nullsecības spriegumam, piemēram, virs 0,07 no elektrotīkla nominālā sprieguma, aizsardzībai jādarbojas uz signālu.

3.9. Kondensatoru bateriju aizsardzība

Ar terminu "kondensators" 3.9. nodaļā jāsaprot šuntkondensators.

Nosakot kondensatoru bateriju aizsardzības, jāievēro LVS EN 60871-1 prasības un baterijas ražotāja datus.

3.9.1. Kondensatoru baterijām, kuras lieto sprieguma regulēšanai, jāparedz aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem:

3.9.1.1. starpfāžu īsslēgumiem;

3.9.1.2. vienfāzes īsslēgumiem uz zemi ar lielu pārejas pretestību bojājuma vietā, ja kondensatoru baterija pieslēgta elektrotīklam ar cieši vai caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.9.1.3. strāvas palielināšanās virs ilgstoši pieļaujamās;

3.9.1.4. sprieguma paaugstināšanās;

3.9.1.5. iekšējiem bojājumiem;

3.9.1.6. pārtraukuma ar elektrotīkla avotiem;

3.9.1.7. neizlādētas kondensatoru baterijas ieslēgšanas bloķēšana;

3.9.1.8. nesimetriskā strāva vai nesimetriskais spriegums kondensatoros, vai kondensatora sekcijās.

3.9.2. Veidojot kondensatoru bateriju aizsardzību, jāievēro šādas prasības:

3.9.2.1. aizsardzībām jānodrošina aizsargājamās baterijas vai atsevišķas sekcijas atslēgšana (ieteicams bez laika aiztures) pie maksimālās un minimālās īsslēguma strāvas vērtības elektrotīklā baterijas pievienošanas vietā;

3.9.2.2. ja baterijai ir divi paralēli zari fāzēs, jāparedz aizsardzība, kas reaģē uz strāvu nebalansu atsevišķos zaros;

3.9.2.3. baterijām ar kondensatoriem, kuri saslēgti paralēli un virknē, katru kondensatoru ar spriegumu virs 1 kV parasti aizsargā ar ārēju drošinātāju, kas nostrādā kondensatora caursites gadījumā. Kondensatoriem ar 1 kV un zemāku spriegumu var būt paredzēti korpusā iebūvētie kustošie drošinātāji – viens uz katru sekciju, kas nostrādā sekcijas caursites gadījumā;

3.9.2.4. baterijām, ko veido shēma ar vairākām sekcijām, katrai sekcijai jāparedz aizsardzība pie īsslēgumiem neatkarīgi no kopējās baterijas aizsardzības. Sekciju aizsardzību var neparedzēt, ja katrs atsevišķs kondensators ir aizsargāts ar atsevišķu ārēju vai iebūvētu drošinātāju;

3.9.2.5. kondensatoru baterijas shēma un aizsardzības jāizvēlas tā, lai atsevišķa kondensatora izolācijas bojājums neizsauktu baterijas korpusa sagraušanu, sprieguma paaugstināšanos uz darbāpalikušiem kondensatoriem virs pieļaujamās vērtības un visas baterijas atslēgšanu;

3.9.2.6. kondensatoru ar spriegumu virs 1 kV aizsardzībai jāizmanto īsslēguma strāvu ierobežojošie elementi;

3.9.2.7. kondensatoru ārējiem drošinātājiem jābūt ar speciāliem ārēji redzamiem pārdegšanas uzrādītājiem.

3.9.3. Pie starpfāžu īsslēgumiem, vienfāzes īsslēgumiem uz zemi un kondensatoru baterijas strāvas palielināšanās virs ilgstoši pieļaujamās jāparedz MSA ar vairākām pakāpēm.

MSA jābūt trīsfāžu. Kondensatoru baterijām ar nominālo spriegumu 1 kV un augstāku var lietot šādas MSA pakāpes:

3.9.3.1. pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlielni, kura ar laika aizturi darbojas uz signālu vai uz kondensatoru baterijas atslēgšanu, ja strāva palielinās virs ilgstoši pieļaujamās strāvas robežlielumam;

3.9.3.2. pakāpe ar atkarīgu no strāvas inverso laikatkarīgu raksturlīkni, kura ievēro IEEE C37.99 un LVS EN 60871-1 prasības par kondensatoru bateriju izturspiegumu lielumiem pie dažādiem pārsprieguma laikiem (pieņemts, ka strāva baterijā ir tieši proporcionāla elektrotīkla spriegumam pieslēguma vietā). Pakāpes laika elementam jāpalaižas, ja strāva palielinās virs 1,1 no ilgstoši pieļaujamās strāvas robežlieluma. Pakāpei jādarbojas uz kondensatoru baterijas atslēgšanu;

3.9.3.3. pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlīkni, kura ar minimālu laika aizturi (200 ms) darbojas uz baterijas atslēgšanu, ja strāva palielinās virs 1,2 no ilgstoši pieļaujamās strāvas robežlieluma. Minimālais nostrādes laiks ir paredzēts, lai minimizētu bojājuma apjomu;

3.9.3.4. pakāpe ar neatkarīgu laika aiztures raksturlīkni, kura bez laika aiztures darbojas uz baterijas atslēgšanu pie īsslēguma strāvām, vairākkārt lielākām par ilgstoši pieļaujamās strāvas robežlielumu.

3.9.4. 3.9.3.1. p., 3.9.3.2. p. un 3.9.3.3. p. minētajām pakāpēm jālieto strāvas relejs ar MSA pakāpju atgriešanas koeficientu 0,95 vai lielāku. Aplēsēs jāievēro kondensatoru baterijas ilgstoši pieļaujamās maksimālās strāvas robežlielums. Ja baterijas ražotājs nedod citus datus, tad aplēsēs jāpieņem, ka kondensatoru baterijas ilgstoši pieļaujamās strāvas robežlielums ir $1,3 I_n$ (saskaņā ar LVS EN 60871-1 standartu).

Jāievēro augstāko harmoniku strāvu ietekme uz kondensatoru bateriju, īpaši, ja baterijas pievienojumu vietā augstāko harmoniku spriegumiem ir paaugstināts līmenis. Šim nolūkam pirmajai un otrajai pakāpei jāparedz aizsardzība, kura reaģē uz strāvas harmonikām (aptuveni līdz 13. harmonikai ieskaitot). Strāva jāmēra, izmantojot filtru ar tieši proporcionālu frekvencei vājinājuma koeficientu (1. harmonikai vājinājuma koeficients ir 1 (viens), 2. harmonikai – 2 (divi) utt.).

Kondensatoru baterijām ar nominālo spriegumu mazāku par 1 kV, ja tas ir nepieciešams ekonomisku apsvērumu dēļ, pieļaujams vienkāršot aizsardzības. Šajā gadījumā jāparedz vismaz trešā un ceturrtā pakāpe, samazinot trešās pakāpes nostrādes strāvu līdz 1,05 no ilgstoši pieļaujamās strāvas robežlieluma. Ja baterijas pievienojumu vietā augstāko harmoniku spriegumiem ir paaugstināts līmenis, tad trešajai pakāpei jāreaģē uz augstāko harmoniku strāvām, līdzīgi otrajai pakāpei.

Nosakot ar aplēsēm MSA bez laika aiztures iestatījumus, jānodrošina, lai tā nenostādātu pie kondensatoru baterijas ieslēgšanas un pārsprieguma gadījumos. Ieslēdzot bateriju, parādās aperiodiskā strāva, kura vairākkārt pārsniedz nominālo strāvu un eksistē pirmajā brīdī (aptuveni 5 ms) pēc sprieguma padošanas. Aperiodiskās strāvas lielums ir atkarīgs no elektrotīkla induktivitātes un baterijas kapacitātes vai, ja ir paralēli ieslēgta baterija, no tās induktivitātes un kapacitātes.

Ja ir viena kondensatoru baterija, ieslēgšanas strāvas lielumu nosaka pēc šādas formulas:

$$i \approx \sqrt{2} \times U \times \sqrt{C/L}$$

, kur

i = aperiodiskās strāvas maksimālā vērtība (kA);

U = elektrotīkla fāzes spriegums (kV);

C = kondensatoru baterijas kapacitāte (μF);

L = elektrotīkla induktivitāte (μH).

Ja ir divas kondensatoru baterijas (viena jau ir ieslēgta), ieslēgšanas strāvas lielumu nosaka pēc šādas formulas:

$$i \cong \sqrt{2} \times U \times \sqrt{\frac{C_1 \times C_2}{(C_1 + C_2) \times (L_1 + L_2)}}$$

, kur

C₁ un C₂ = kondensatoru bateriju kapacitātes (μF);

L₁ un L₂ = kondensatoru bateriju induktivitātes (μH).

3.9.5. Kondensatoru baterijām ieteicams lietot ZSA ar laika aizturi nolūkā darboties pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi ar lielu pārejas pretestību bojājuma vietā. Aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturi uz atslēgšanu vai signālu.

ZSA ar laika aizturi, kura paredzēta darbībai pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi ar lielu pārejas pretestību bojājuma vietā, var pieņemt nostrādes strāvu 5 % – 10 % no baterijas nominālās strāvas.

3.9.6. Pie sprieguma paaugstināšanās jāparedz maksimāls sprieguma aizsardzība ar atkarīgu no sprieguma laika aiztures raksturlielni vai divpakāpju aizsardzība ar neatkarīgu no sprieguma laika aiztures raksturlielni abām pakāpēm. Ar aplēsēm nosakot aizsardzības nostrādes spriegumu un laiku, jāievēro IEEE C37.99 un LVS EN 60871-1 prasības un baterijas ražotāja dati, ja tādi ir, par kondensatoru baterijas maksimāliem spriegumu robežlielumiem pie dažādiem pārspriegumiem laika intervālā. Aizsardzībai jāreaģē uz sprieguma efektīvo vērtību. Aizsardzībai jādarbojas uz kondensatoru baterijas atslēgšanu.

3.9.7. Pie kondensatoru iekšējiem bojājumiem lieto dažādas aizsardzības.

Ja baterijas fāzēs ir grupas ar paralēli saslēgtiem kondensatoriem, tad pie īsslēgumiem atsevišķos kondensatoros lieto drošinātājus, kuri ir ieslēgti virknē katram kondensatoram. Šo aizsardzību izbūvē kondensatoru baterijas ražotājs.

Pie bojājumiem atsevišķos kondensatoros lieto dažāda veida nesimetrijas aizsardzības, kuras paredzētas, lai novērstu bīstamu sprieguma paaugstināšanos uz kondensatoriem pie viena vai vairāku kondensatoru bojājumiem, kad pārējie baterijas kondensatori vēl nav bojāti (piemēram, īsslēgums vienā kondensatorā). Šim nolūkam nesimetrijas aizsardzības tiek veidotas ar lielu jutību. Aizsardzības izbūve ir atkarīga no kondensatoru baterijas shēmas, baterijas neitrāles zemēšanas režīma, strāvmaiņu vai spriegummaiņu izvietojuma, piemēram, baterijas neitrālē vai citā vietā.

Atkarībā no izbūves aizsardzība reaģē uz nesimetriskas strāvas palielināšanos neitrālvadā un aizsargneitrālvadā starp divām neitrālēm (baterijas ar diviem paralēliem zariem katrā fāzē, kuri saslēgti atsevišķās nezemētās zvaigznēs, un ar strāvmaini neitrālvadā un aizsargneitrālvadā starp šīm neitrālēm), uz nesimetriska sprieguma paaugstināšanos starp baterijas neitrāli un zemi (baterijām ar saslēgtām zvaigznē fāzēm un ieslēgtu starp neitrāli un zemi spriegummaini) un uz nesimetriska sprieguma paaugstināšanos starp baterijas fāzēm (baterijām ar saslēgtām zvaigznē fāzēm un ieslēgtiem katrā fāzē starp fāzes atzarojumu un zemi spriegummaini).

Aizsardzībai jāreaģē uz nesimetrijas pirmo strāvas vai sprieguma harmoniku, nodrošinot pārējo harmoniku slāpēšanu. Lai palielinātu jutību, aizsardzībā var paredzēt automātisku izslēgšanu (kompensēšanu) nesimetrijas parametrā tās nesimetrisko komponenti, kura ir normālā režīmā. Nesimetrijas lielums normālā režīmā (kā vektors ar leņķi) aizsardzībā tiek nomērīts pie ieregulēšanas un pēc tam tiek saglabāts kā iestatījums. Aizsardzība darbojas, palielinoties nesimetrijai līdz noteiktam lielumam (normāla režīma nesimetrijas komponente automātiski tiek izslēgta, ja aizsardzībā tas ir paredzēts).

Aizsardzībai jāparedz divas pakāpes. Jūtīgai pakāpei jābūt ar neatkarīgu raksturlielni un jādarbojas ar laika aizturi uz signālu pie maziem nesimetrijas lielumiem. Mazāk jutīgai pakāpei, salīdzinot ar pakāpi, kura darbojas uz signālu, jāreaģē pie lielākiem nesimetrijas lielumiem un jādarbojas uz kondensatoru baterijas atslēgšanu ar minimālu laika aizturi (ieteicams 100 ms), lai minimizētu bojājuma apjomu. Mazāk jutīgā pakāpe var būt ar atkarīgu no nesimetrijas lieluma laika aiztures raksturlielni vai ar neatkarīgu no nesimetrijas lieluma laika aiztures raksturlielni. Ja aizsardzībā ir paredzēta nesimetrijas parametra leņķa noteikšana pie bojājuma, tad ir iespējams noteikt bojāto fāzi un zaru (kad fāzē ir divi zari).

3.9.8. Pie kondensatoru baterijas elektrosaites pārtraukuma ar elektrotīkla avotiem jāparedz minimālstrāvas vai minimālsprieguma aizsardzība.

Aizsardzība novērš rezonansi starp elektrotīklu un pievienotu tam kondensatoru bateriju uz vienas no augstāko harmoniku frekvencēm, kad, atjaunojoties elektrotīkla spriegumam, pirmajā brīdī parādās transformatoru magnetizēšanas strāvas ar augstāko harmoniku komponentēm.

Aizsardzībai jābūt trīsfāžu. Aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturi uz kondensatoru baterijas atslēgšanu, ja pazūd strāva kondensatoru baterijā vai pazūd spriegums uz baterijas. Ar aplēsēm jānosaka tādi iestatījumi, lai aizsardzība atslēgtu bateriju pirms sprieguma atjaunošanās (piemēram, AAI vai ARI darbības dēļ), un lai aizsardzība nedarbotos pie trīsfāžu īsslēgumiem elektrotīkla blakus posmos, kas izsauc sprieguma pazemināšanos uz baterijas.

3.9.9. Neizlādētas kondensatoru baterijas ieslēgšanas bloķēšanai jāparedz ieslēgšanas komandas bloķēšana uz noteiktu laiku pēc kondensatoru baterijas atslēgšanas.

Bloķēšana jāparedz baterijām, kurām nav automātiskā kondensatoru izlāde (caur izlādes reaktoru) pēc atslēgšanas. Pēc kondensatoru baterijas atslēgšanas tās ieslēgšana jābloķē uz laiku, kuru nosaka ražotājs, un parasti šis laiks ir no 3 līdz 10 minūtēm. Pirms kondensatoru baterijas ieslēgšanas paliekošajam spriegumam uz tās jābūt mazākam par $0,1 U_n$.

3.10. Tieši pieslēgto elektrotīklam asinhrono un sinhrono elektrodzinēju ar spriegumu virs 1 kV aizsardzība

3.10.1. Elektrodzinējiem var paredzēt aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem:

3.10.1.1. bloķēta rotora aizsardzība;

3.10.1.2. starpfāžu īsslēgumiem statora tinumos un uz tā izvadiem;

3.10.1.3. starpvijumu īsslēgumiem statora vienas fāzes tinumā elektrodzinējam ar diviem paralēliem statora tinuma zariem fāzēs;

3.10.1.4. vienfāzes īsslēgumiem uz zemi statora tinumos elektrodzinējam, kas pieslēgts elektrotīklam ar caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.10.1.5. vienfāzes zemesslēgumiem statora tinumā elektrodzinējam, kas pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.10.1.6. dubultiem zemesslēgumiem, viens no kuriem ir elektrodzinēja statora tinumā, bet otrs ārējā elektrotīklā elektrodzinējam, kas pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.10.1.7. statora tinumu strāvas pārslodzes;

3.10.1.8. elektrodzinēja pretējās secības strāvas pārslodzes; nesimetriskiem elektrotīkla režīmiem;

3.10.1.9. elektrodzinēja pārkaršanas palaišanas laikā;

3.10.1.10. sprieguma pazemināšanās uz elektrodzinēja statora izvadēm;

3.10.1.11. pazeminātas frekvences;

3.10.1.12. ārējiem īsslēgumiem sinhronajam elektrodzinējam;

3.10.1.13. rotora tinuma ierosmes strāvas pārslodzes sinhronajam elektrodzinējam;

3.10.1.14. ierosmes zaudēšanas sinhronajam elektrodzinējam;

3.10.1.15. asinhrona režīma ar ieslēgtu ierosmi sinhronajam elektrodzinējam;

3.10.1.16. pretvirziena aktīvās jaudas sinhronajam elektrodzinējam;

3.10.1.17. un pie citiem bojājumiem.

3.10.2. Elektrodzinējiem var paredzēt šādas tehnoloģiskas aizsardzības:

3.10.2.1. elektrodzinējiem ar gultņu piespiedu eļļošanu paredzēt aizsardzību, kura, paaugstinoties temperatūrai gultņos vai pārtraucot eļļošanas sistēmas darbību, darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu;

3.10.2.2. elektrodzinējiem ar piespiedu ventilāciju paredzēt aizsardzību, kura, paaugstinoties temperatūrai elektrodzinējā vai pārtraucot ventilācijas darbību, darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu;

3.10.2.3. elektrodzinējiem ar statora tinumu un aktīvās dzelzs dzesēšanu ar ūdeni, kā arī ar iebūvētiem gaisa dzesētājiem, kuri savukārt tiek dzesēti ar ūdeni, paredzēt aizsardzību, kura, samazinoties ūdens plūsmai zemāk par noteikto (aplēsto), darbojas uz signālu, un ūdens plūsmai izbeidzoties, darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu. Jāparedz arī signalizācija, kura iedarbojas, ūdenim iekļūstot elektrodzinēja korpusā;

3.10.2.4. elektrodzinējiem paredz aizsardzības pie dažāda veida mehāniskiem bojājumiem, kas izmanto vibrācijas un cita veida devējus.

3.10.3. Elektrodzinēja aizsardzības, kuras var lietot pie bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem, apkopotas 3.2. tabulā.

Atbilstoši elektrodzinēja ražotāja prasībām, pieslēguma vietai elektrotīklā, kā arī SSO vai PSO izdotajām tehniskajām prasībām aizsardzību apjomu konkrētam elektrodzinējam nosaka elektrodzinēja valdītājs.

Izvēloties aizsardzības konkrētam elektrodzinējam, var lietot šīs nodaļas norādījumus un skaidrojumus par 3.2. tabulā uzrādītām aizsardzībām.

3.2. tabula

Elektrodzinēju ar spriegumu virs 1 kV aizsardzības

Aizsardzība	Asinhronie elektrodzinēji	Nozīmīgie asinhronie elektrodzinēji	Sinhronie elektrodzinēji
DA (21)			X
Pārierosmes aizsardzība V/Hz (24)		X	X
Minimālsprieguma aizsardzība (27)	X	X	X
Minimālstrāvas aizsardzība (37)		X	X
Gultņu temperatūras aizsardzība (kontrole) (38)	X	X	X
Vibrācijas aizsardzība (kontrole) (39)	X	X	X
Ierosmes zaudēšanas aizsardzība (40)			X
Pretējās secības strāvas aizsardzība (46I2) vai nesimetrijas strāvas aizsardzība (46)	X	X	X
Fāžu secības aizsardzība (47)	X	X	X
Pretējās secības sprieguma aizsardzība (47)	X	X	X
Palaišanas aizsardzība (48)	X	X	X
Rotora pārslodzaizsardzība (49R)			X
Statora pārslodzes strāvas aizsardzība (49)	X	X	X
Statora temperatūras aizsardzība (49S)	X	X	X
Rotora temperatūras aizsardzība (49R)			X
SBA (50BF)	X	X	X
Bloķēta rotora aizsardzība (50LR)	X	X	
MSA (50/51)	X	X	X
Maksimālstrāvas spriegumatkarīga aizsardzība (51V)			X
ZSA (51N)	X	X	X
ZSA (50G)	X	X	X
Asinhronā režīma aizsardzība (78)			X
Frekvences pazemināšanās aizsardzība (81)		X	X
Frekvences izmaiņas ātruma aizsardzība (81R)			X
Diferenciālā aizsardzība (87M)		X	X

Piezīme: Iekavās norādītie aizsardzību apzīmējumi ir saskaņā ar standartu IEEE C37.2.

3.10.4. Pie starpfāžu īsslēgumiem elektrodzinējiem paredz MSA bez laika aiztures. Jānodrošina, lai aizsardzība nenostādātu elektrodzinēja palaišanas, kad elektrodzinēja strāva vairākkārt pārsniedz nominālo strāvu. Aizsardzības nostrādes strāvai jābūt lielākai par elektrodzinēja palaišanas strāvu vai jāparedz automātiskā MSA strāvas iestatījuma palielināšana elektrodzinēja palaišanas laikā. Asinhronajiem

elektrodzinējiem aizsardzības nostrādes strāvai jābūt lielākai par maksimālo strāvu no elektrodzinēja pie tuva īsslēguma elektrotīklā. Ja elektrodzinēja palaišanai lieto palaišanas iekārtu, kura samazina palaišanas strāvu līdz pieļaujamam lielumam, aplēsēs jāievēro samazinātais palaišanas strāvas lielums. Elektrodzinēja tehniskajos parametros palaišanas strāva tiek raksturota ar palaišanas strāvas koeficientu, kas norāda palaišanas strāvas attiecību pret elektrodzinēja nominālo strāvu.

Ja MSA bez laika aiztures nenodrošina nepieciešamu jutību, aizsardzība jāpapildina ar minimālsprieguma palaišanu. Minimālsprieguma palaišanai jābūt trīsfāžu. Minimālsprieguma palaišanas iestatījumam jābūt ne augstākam par $0,8 U_n$, un tai jādarbojas, pazeminoties jebkuram no starpfāžu spriegumiem. MSA ar minimālsprieguma palaišanu MSA iestatījumu pēc strāvas var pieņemt lielāku par pievienojuma nominālo strāvu aptuveni 1,25 reizes.

Elektrodzinējiem ar statora tinumu nulles izvadu ārējo savienojumu zvaigznē jāparedz diferenciālā aizsardzība nolūkā palielināt jutību pie starpfāžu īsslēgumiem. Šādas aizsardzības nostrādes strāvai jābūt mazākai par elektrodzinēja nominālo strāvu. Lietojot diferenciālo aizsardzību, MSA bez laika aiztures nav obligāta.

Elektrodzinējiem ar diviem paralēliem statora tinuma zariem fāzēs paredz atsevišķu diferenciālo aizsardzību pie starpvijumu īsslēgumiem statora fāzes tinumā, kas reaģē uz strāvas nebalansa palielināšanos starp katras fāzes tinumu diviem zariem.

MSA un diferenciālām aizsardzībām jābūt trīsfāžu. Aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

Elektrodzinēju aizsardzības jutība pie starpfāžu īsslēgumiem jānovērtē pie īsslēguma uz elektrodzinēja izvadiem.

3.10.5. Pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi statora tinumā, ja elektrodzinējs ir pieslēgts elektrotīklam ar caur mazresistīvu pretestību zemētu neitrāli, paredz ZSA (50N).

Aizsardzībai jādarbojas pie nullsecības strāvas un tai jāizmanto strāvmaiņi, kuru sekundārie tinumi saslēgti zvaigznē un kuriem pieslēgta MSA vai diferenciālā aizsardzība, ja tāda ir.

Aizsardzībai jābūt bez laika aiztures un jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.6. Pie vienfāzes zemesslēgumiem statora tinumā, ja elektrodzinējs ir pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielresistīvu pretestību zemētu neitrāli, paredz ZSA (50G).

Aizsardzībai jāreaģē uz pilnu nullsecības strāvu vai tās aktīvo komponenti, un tai jāizmanto nullsecības strāvmainis. Jutības palielināšanai aizsardzībai jāreaģē uz nullsecības pirmās harmonikas vai tās aktīvās komponentes strāvu.

Aizsardzībai jābūt bez laika aiztures un jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu. Nepieciešamības gadījumā, lai novērstu aizsardzības nostrādi pārejas procesu laikā, pieļaujams veidot aizsardzību ar laika aizturi, ne lielāku par 1 s.

Pie dubultiem zemesslēgumiem, viens, no kuriem ir elektrodzinēja statora tinumā, bet otrs ārējā elektrotīklā, jāparedz ZSA (50N) ar nostrādes strāvu, piemēram, 50 A – 100 A. Tā jāpieslēdz nullsecības strāvmainim vai zvaigznē slēgto strāvmaiņu

sekundāro tinumu neitrālvadā un aizsargneitrālvadā. Lai palielinātu darbības drošumu lielu īsslēguma strāvu gadījumā, jālieto nullsecības strāvmainis, kas piesātinās pie lielām strāvām, vai relejs ar šādu piesātināmo starpstāvmaini. Šai aizsardzībai jābūt bez laika aiztures un jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.7. Pie statora tinumu strāvas pārslodzes paredz pārslodzes strāvas aizsardzību, termisko pārslodzes strāvas aizsardzību ar laikatkarīgu nostrādes raksturlielni. Laikatkarīga nostrādes raksturlielne nedrīkst pārsniegt statora tinuma pieļaujamo pārslodzes strāvraksturlielni. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu.

Termiskā pārslodzes strāvas aizsardzība, ievērojot elektrodzinēja tipu, statora tinumu strāvas lielumu, rotora īslaicīgas silšanas un ilglaicīgas silšanas siltuma konstantes, statora īslaicīgas silšanas un ilglaicīgas silšanas siltuma konstantes, rotora un statora atdzesēšanas siltuma konstantes (tās var aplēst, zinot silšanas konstantes), modelē statora tinumu un rotora temperatūru, mainoties elektrodzinēja mehāniskai slodzei.

Aizsardzībai jādarbojas uz atslēgšanu ar laika aizturi, lielāku par elektrodzinēja palaišanās ilgumu, ja elektrotīklā ir nomināls spriegums un frekvence, un mazāku par laiku, kuru ierobežo elektrodzinēja statora tinumu un rotora temperatūra.

Aizsardzībai jādarbojas, ja statora strāva ir lielāka par nominālo. Aizsardzība var būt ar vienu vai divām pakāpēm. Aizsardzībai jādarbojas pie noteiktas zemākas statora tinuma un rotora temperatūras uz signālu un elektrodzinēja atslogošanu (ja tas ir paredzēts), bet pie noteiktas augstākas temperatūras – uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.8. Elektrodzinējiem pie pretējās secības strāvas pārslodzes paredz pretējās secības strāvas aizsardzību. Aizsardzība novērš rotora un tā rezultātā citu elektrodzinēja elementu pārkarsu pie bojājumiem elektrodzinējā vai elektrotīklā, kuri izraisa pretējās secības strāvu elektrodzinējā, piemēram, pie nepilnfāžu režīma elektrotīklā.

Aizsardzībai jābūt ar integrālatkarīgu raksturlielni. Aizsardzības nostrādes laikiem jābūt saskaņotiem ar elektrodzinēja pretējās secības pieļaujamās pārslodzes strāvraksturlielni, un nostrādes laiki nedrīkst pārsniegt pieļaujamos laikus.

Pie nesimetriskiem elektrotīkla režīmiem var paredzēt šādas aizsardzības:

3.10.8.1. fāžu secības aizsardzību, kas nostrādā ar laika aizturi pie nepareizas fāžu strāvu secības elektrodzinēja statora tinumos;

3.10.8.2. nesimetrijas strāvas aizsardzību, kas nostrādā ar laika aizturi, ja maksimālās un minimālās fāžu strāvas starpībās attiecība pret maksimālo fāzes strāvu pārsniedz uzdoto nesimetrijas lielumu (parasti tiek noteikts lielums 25 %). Elektrotīklos ar izolētu vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli aizsardzība var nepareizi nostrādāt pie zemesslēgumiem. Lai novērstu nepareizu darbību, aizsardzība jābloķē pie zemesslēgumiem vai jāparedz aizsardzības darbība tikai uz signālu, ja nav paredzēta bloķēšana;

3.10.8.3. pretējās secības sprieguma aizsardzību, kas nostrādā ar laika aizturi.

Piezīme: Aizsardzībām jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.9. Elektrodzinējiem pie statora temperatūras paaugstināšanās paredz termisko statora aizsardzību ar temperatūras devējiem. Pie zemākas temperatūras aizsardzībai

jādarbojas uz signālu, bet augstākas temperatūras, sasniedzot maksimāli pieļaujamu statora temperatūru, – uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

Sinhronajiem elektrodzinējiem pie rotora temperatūras paaugstināšanās paredz termisko rotora aizsardzību ar temperatūras devējiem. Pie zemākas temperatūras aizsardzībai jādarbojas uz signālu, bet augstākas temperatūras, sasniedzot maksimāli pieļaujamu rotora temperatūru, – uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.10. Pie elektrodzinēja pārkaršanas un citiem nenormāliem darba režīmiem palaišanas laikā paredz elektrodzinēja palaišanas aizsardzību.

Aizsardzība novērtē elektrodzinēja palaišanas procesa dažādus parametrus. Aizsardzība automātiski ieslēdzas darbā uz uzdoto laiku. Palaišanas laikā fiksējot novirzes no uzdotiem palaišanas parametriem, aizsardzība darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

Asinhronajam elektrodzinējam, ja nav konstatētas novirzes no uzdotajiem palaišanas parametriem un fiksēts, ka palaišanas process ir beidzies uzdotā laikā, palaišanas aizsardzība atgriežas izejas (atslēgtā) stāvoklī.

Sinhronā elektrodzinēja palaišanas aizsardzība bloķē aizsardzības, kas darbojas pie ierosmes zaudēšanas, vai paredzētas ierosmes strāvas lieluma neatbilstības noteikšanai, uz visu palaišanas laiku. Ja nav konstatētas novirzes no uzdotajiem palaišanas parametriem un fiksēts, ka palaišanas process ir beidzies uzdotā laikā, palaišanas aizsardzība ieslēdz darbā paredzētas ierosmes zaudēšanas noteikšanai aizsardzības, un atgriežas izejas (atslēgtā) stāvoklī.

Palaišanas aizsardzība novērtē palaišanas procesa strāvu, laiku un biežumu, rotora darbību, pareizu palaišanas secību, izmantojot dažādas aizsardzības funkcijas. Aizsardzībai ir šādas funkcionālas pakāpes:

3.10.10.1. pakāpe ar atkarīgu no palaišanas strāvas laika raksturlīkni, kura salīdzina aplēsto raksturlīkni pēc faktiskās palaišanas strāvas (I) laikā (t) ($I^2 \times t$) ar pieļaujamo, ņemot vērā nominālo palaišanas strāvu un maksimāli pieļaujamo palaišanas laiku. Pakāpe nostrādā, ja ir sasniegta pieļaujamā vērtība $I^2 \times t$;

3.10.10.2. pakāpe ar neatkarīgu no palaišanas strāvas laika raksturlīkni, kura nostrādā, ja pie elektrodzinēja palaišanas rotors nesāk rotēt, nosakot to ar bloķēta rotora aizsardzību. Pakāpe nostrādā, ja rotors nesāk rotēt ilgāk par pieļaujamo laiku;

3.10.10.3. pakāpe, kura kontrolē elektrodzinēja palaišanas secību un palaišanas laiku, kurā jāsasniedz normālie darba režīma parametri. Pakāpei jāuzdod palaišanas laiks, ievērojot ražotāja noteikto palaišanas laiku un nomērot to pie pārbaudes. Pakāpe nostrādā, ja palaižot elektrodzinēju palaišana nenotiek pareizā secībā, nav sasniegti normālā darba režīma parametri, pārsniegts uzdotais palaišanas laiks;

3.10.10.4. pakāpe, kura ievērojot palaišanas skaitu un to biežumu, kā arī laiku, kad elektrodzinējs ir atslēgts, modelē elektrodzinēja statora tinumu un rotora temperatūru elektrodzinēja palaišanas brīdī. Aizsardzībai kā iestatījumi jāuzrāda

pieļaujamais palaišanu skaits un kādā laika periodā šis skaits ir pieļaujams. Pakāpe darbojas uz elektrodzinēja ieslēgšanas bloķēšanu uz noteiktu laiku.

Piezīme: Pirmām trim pakāpēm jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.11. Elektrodzinējam paredz aizsardzību, kas atslēdz elektrodzinēju, pārtraucoties elektrodzinēja elektrobarošanai. Šim nolūkam lieto dažāda veida aizsardzības. Aizsardzības var kombinēt ar nolūku panākt nepieciešamo ātrdarbību un selektivitāti.

Aizsardzībai pie elektrobarošanas pārtraukšanas var lietot šādas aizsardzības:

3.10.11.1. frekvences pazemināšanās aizsardzību. Ņemot vērā, ka aizsardzība bloķējas pie maziem sprieguma lielumiem, jāparedz aizsardzība ar pietiekamu ātrdarbību;

3.10.11.2. frekvences pazemināšanās aizsardzību, kas papildināta ar minimālsprieguma aizsardzību. Minimālsprieguma aizsardzība paredzēta darbībai pie maziem spriegumu lielumiem, kad frekvences pazemināšanās aizsardzība ir bloķēta un nav spējīga darboties;

3.10.11.3. minimālstrāvas aizsardzību. Aizsardzība nodrošina nepieciešamo ātrdarbību, selektivitāti un jutību visos režīmos. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu. Aizsardzība automātiski jābloķē elektrodzinēja palaišanas laikā, un palaišanas laikam beidzoties, pie noteiktas elektrodzinēja strāvas lieluma aizsardzībai automātiski jāaktivējas.

3.10.12. Paredz speciālus pasākumus, lai novērstu lielas magnetizēšanas strāvas parādīšanos asinhronajos elektrodzinējos, automātiski padodot spriegumu uz elektrodzinējiem pēc elektrobarošanas pārtraukšanas.

Pārtraucoties elektrobarošanai, uz asinhronā elektrodzinēja izvadiem kādu laiku saglabājas paliekošais spriegums, kura lielums un frekvence samazinās no sākum lieluma līdz nullei. Elektrotīkla nesinhrona sprieguma padošana uz elektrodzinēju, kuram ir paliekošais spriegums, izraisa izteikti lielu magnetizēšanas strāvu, kas var neatgriezeniski bojāt elektrodzinēju.

Lai nepieļautu lielu magnetizēšanas strāvu ir iespējami šādi sprieguma padošanas veidi pēc asinhronā elektrodzinēja elektrobarošanas pārtraukšanas:

3.10.12.1. automātiskā sprieguma padošana uz asinhrono elektrodzinēju pēc uzdotās laika aiztures. Pārtraucoties asinhronā elektrodzinēja elektrobarošanai, elektrodzinējs tiek atslēgts no aizsardzības, kas speciāli paredzēta šim nolūkam. Elektrodzinēja paliekošā sprieguma lielums konkrētā laika brīdī var būt aplēsts un ir atkarīgs no elektrodzinēja pārejas laika konstantes (pases dati). Pēc laika aiztures, kas ir vairākas reizes lielāka par elektrodzinēja pārejas laika konstanti, paliekošais spriegums samazinās līdz lielumam, pie kura nesinhrona sprieguma padošana uz elektrodzinēju neizraisa lielu magnetizēšanas strāvu. Laika aizture tiek pieņemta, piemēram, līdz 2,5 s, bet, pamatojot nepieciešamību – līdz 10 s. Elektrodzinējiem pieļaujamo elektroapgādes pārtraukuma ilgumu nosaka tehnoloģisko un elektrisko aizsardzību laika iestatījumi;

3.10.12.2. automātiskā sprieguma padošana uz asinhrono elektrodzinēju ar ātrdarbīgas ARI palīdzību. Pārtraucoties asinhrono elektrodzinēju

elektrobarošanai, automātika atslēdz pamatbarošanas avota jaudas slēdzi, mērot leņķi un leņķa izmaiņas ātrumu starp rezerves barošanas avota spriegumu un paliekošo spriegumu no palikušiem ieslēgtiem asinhronajiem elektrodzinējiem. Paliekošā sprieguma, pirmā vai otrā asinhronā apgriezienā, automātika padod ieslēgšanas komandu, nodrošinot rezerves barojošā avota jaudas slēdža ieslēgšanu, kad leņķis starp spriegumiem ir 0° .

3.10.13. Sinhronajam elektrodzinējam pie ierosmes zaudēšanas paredz aizsardzību, kas konstatē ierosmes zaudēšanu:

3.10.13.1. aizsardzība, kas reaģē uz rotora strāvas samazināšanos līdz noteiktam minimālam lielumam. Aizsardzībai jāizmanto rotora ķēdes līdzstrāva. Aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturi 1 s vai lielāku, lai novērstu aizsardzības nepareizu (lieku) nostrādi pie pārejas procesa elektroenerģijas sistēmā, kas izsauc īslaicīgu rotora strāvas samazināšanos;

3.10.13.2. aizsardzība, kas mēra jaudas koeficientu, nosakot ierosmes zaudēšanu, ja elektrodzinējs sāk patērēt reaktīvo jaudu no elektrotīkla;

3.10.13.3. ierosmes zaudēšanas noteikšanai var izmantot asinhronā režīma aizsardzību.

Piezīme 1: Sinhronajam elektrodzinējam neatkarīgi no to jaudas jāparedz loģiskā aizsardzība pie ierosmes zaudēšanas bez laika aiztures, elektromagnētiskam atkabnim atslēdzot loka dzēšanas aizsargslēdzi, ko nosaka pēc tās palīgkontakta stāvokļa.

Piezīme 2: Aizsardzībai jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.14. Pie asinhrona režīma sinhronajiem elektrodzinējiem ar ieslēgtu ierosmi izmanto tādas pašas aizsardzības, kādas izmanto sinhronajiem ģeneratoriem (skatīt 3.2.28. p.).

Aizsardzībai jāiedarbojas ar laika aizturi uz vienu no šādām shēmām, kas paredz:

3.10.14.1. resinhronizāciju, uz noteiktu laiku automātiski atslēdzot ierosmi un pēc tam to ieslēdzot atpakaļ, elektrodzinējam paliekot visu laiku ieslēgtam elektrotīklā;

3.10.14.2. resinhronizāciju ar automātisku īslaicīgu elektrodzinēja atslogošanu līdz tādai slodzei, pie kuras notiek elektrodzinēja ievilkšanās sinhronismā (ja šādu īslaicīgu atslogošanu pieļauj tehnoloģiskais process);

3.10.14.3. elektrodzinēja atslēgšanu ar sekojošu automātisku palaišanu;

3.10.14.4. elektrodzinēja atslēgšanu (ja nav iespējama tā atslogošana vai resinhronizācija, ja tehnoloģiskais process ir jau pārtraukts un to vairs nevar atjaunot ar sekojošu automātisku palaišanu un resinhronizāciju).

3.10.15. Sinhronajam elektrodzinējam, kuram ierosme barojas no ierosmes transformatora, pie ārējiem īsslēgumiem paredz trīsfāžu maksimālstrāvas spriegumatkarīga aizsardzība. Šādai aizsardzībai raksturīga nostrādes strāvas samazināšanās, samazinoties sinhronā elektrodzinēja spriegumam atbilstoši izvēlētai raksturīknei. Aizsardzība rezervē blakus aizsargposmu aizsardzības, kā arī sinhronā elektrodzinēja aizsardzības. Ja ar šādas aizsardzības izmantošanu neizdodas panākt nepieciešamu jutību un ātrdarbīgumu, tad jālieto DA.

Prasība lietot maksimālstrāvas spriegumatkarīgu aizsardzību vai DA, ja sinhronā elektrodzinēja ierosme barojas no ierosmes transformatora, ir saistīta ar elektrodzinēja ierosmes sprieguma pazemināšanos pie īsslēguma. Notiekot īsslēgumam elektrodzinēja statorā vai tuvu elektrotīklā (tieši pie elektrodzinēja sprieguma sadalnes kopnēm), kā arī pie elektrodzinēja aizsardzību atteices, parastā MSA var atteikt, jo īsslēgums izraisa elektrodzinēja sprieguma ievērojamu iekritumu, un tā rezultātā elektrodzinēja rotora tinumā elektromagnētiskais lauks strauji samazinās, bet īsslēguma strāva jau aptuveni pēc 1 s samazinās līdz elektrodzinēja nominālajai strāvai un aptuveni pēc 3 s – 5 s tā samazinās līdz minimālam lielumam.

DA jāpieslēdz iebūvētiem strāvmaiņiem elektrodzinēja neitrāles izvados un spriegummaiņiem elektrodzinēja kopņu pusē, lai nodrošinātu DA darbību pie trīsfāžu īsslēguma uz elektrodzinēja izvadiem. Pie šādas slēguma shēmas DA jābūt ar četrstūra vai aplveida raksturlīkni ar nostrādes raksturlīknes nobīdes iespēju kompleksajā pretestību plaknē. Aizsardzības pirmā zona atkarībā no selektivitātes prasībām ar minimālu laika aizturi (līdz 100 ms – 200 ms) var aizsargāt statoru. Pirmās zonas nostrāde jābloķē pie sinhronisma zaudēšanas ar elektroenerģijas sistēmu. Ar šādiem nosacījumiem pirmā zona rezervē elektrodzinēja pamataizsardzības pie iekšējiem īsslēgumiem elektrodzinēja statora tinumos un uz elektrodzinēja izvadiem. Pirmās zonas nostrādes laiks var būt lielāks par 100 ms – 200 ms, (līdz 300 ms – 400 ms), ja to nevar saskaņot ar blakus aizsargposmu pamataizsardzībām. Aizsardzības otrā zona, ievērojot selektivitātes prasības, ar laika aizturi līdz 0,6 s – 1,0 s var aizsargāt visu statoru un savas nostrādes zonas robežās rezervēt blakus īsāko aizsargposmu aizsardzības. Blakus garāko aizsargposmu aizsardzību rezervēšanai paredzēta trešā zona.

Aizsardzībai jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.16. Elektrodzinējam pie sprieguma pazemināšanās uz elektrodzinēja statora izvadiem paredz minimāls sprieguma aizsardzību.

Aizsardzība reaģē uz sprieguma pazemināšanos, ko var izsaukt, piemēram, elektrobarošanas pārtraukšana.

Aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturēm, lai novērstu aizsardzības neselektīvu darbību pie īsslēgumiem blakus elektrotīklā, kas izsauc sprieguma pazemināšanos. Ar aplēsēm jānosaka laika aizture, saskaņojot to ar blakus elektrotīkla aizsardzību darbības laikiem.

Aizsardzībai jāparedz viena vai divas pakāpes. Pirmajai pakāpei jābūt ar iestatījumu, piemēram, $0,86 U_n$ ar laika aizturi 3 s, bet otrajai pakāpei – laikatkarīgu raksturlīkni ar robežspriegumu, piemēram, $0,81 U_n$, kurai pie $0,5 U_n$ būs laika aizture 2 s, un pie $0,8 U_n$ būs laika aizture 5 s. Aizsardzība jābloķē bez laika aiztures, spriegumam samazinoties līdz $0,1 U_n$ – $0,2 U_n$, kas var liecināt par sprieguma ķēžu bojājumu. Ja tehnoloģiskā procesa nodrošināšanai nav paredzēts citādi, abām pakāpēm jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.17. Elektrodzinējiem pie frekvences pazemināšanās uz elektrodzinēja statora izvadiem paredz frekvences pazemināšanās aizsardzību. Aizsardzība paredzēta darbībai, piemēram, pie barojošā elektrotīkla frekvences pazemināšanās vai elektrodzinēja atslēgšanai, pārtraucoties elektrodzinēja elektrobarošanai. Aizsardzībai var paredzēt, piemēram, trīs pakāpes ar šādiem iestatījumiem: pirmā pakāpe ar nostrādes frekvenci 49.2 Hz un laika aizturi 10 s darbojas uz signālu, otrā pakāpe ar

nostrādes frekvenci 48.3 Hz, laika aizturi 5 s, un trešā pakāpe ar nostrādes frekvenci 47.9 Hz, laika aizturi 2 s darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.18. Elektrodzinējiem pie pārierosmes paredz pārierosmes aizsardzību (V/Hz). Ieteicams šādu aizsardzību paredzēt elektrodzinējiem, ja elektrotīkls, kuram pieslēgts elektrodzinējs, var darboties izolētā vai pašpatēriņa režīmā.

Pārierosmes aizsardzība reaģē pie nepieļaujamās sprieguma pret frekvenci attiecības paaugstināšanās, ko izsauc gan sprieguma paaugstināšanās, piemēram, bojājoties sinhronā elektrodzinēja ierosmes sistēmai, gan elektrotīkla sprieguma paaugstināšanās uz elektrodzinēja statora izvadiem, gan elektroenerģijas sistēmas frekvences ievērojama pazemināšanās. Aizsardzībai jābūt ar regulējamu pārierosmes laikatkarīgu raksturlīkni, un tās iestatījumi jāaskaņo ar elektrodzinēja pieļaujamo pārierosmes raksturlīkni.

Aizsardzībai jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.10.19. Lai atvieglotu sprieguma atjaunošanos pēc īsslēguma atslēgšanas un nodrošinātu nozīmīgu elektrodzinēju pašpalaišanos, paredz minimālsprieguma aizsardzību, kas atslēdz mazāk nozīmīgus elektrodzinējus ar summāro jaudu, ko nosaka barošanas avota un barojošā elektrotīkla iespējas pašpalaišanās nodrošināšanai.

Minimālsprieguma aizsardzības laika aizturi izvēlas robežās no 0,5 s līdz 1,5 s, par pakāpi augstāku, salīdzinot ar ātrdarbīgo aizsardzību pie starpfāžu īsslēgumiem, bet sprieguma iestatījumu – ne augstāku par 70 % no nominālā sprieguma.

Ja sinhronie elektrodzinēji izraisa atslēgtas sekcijas sprieguma lēzenu samazināšanos, tad AAI un ARI nostrādes paātrināšanai var izmantot nozīmīgu sinhrono elektrodzinēju lauka dzēšanu, lietojot minimālās frekvences aizsardzību vai kādu citu tehnisku risinājumu, kas nodrošina ātrāku barošanas avota atslēgšanas fiksāciju.

Šos līdzekļus var izmantot arī mazāk nozīmīgu sinhrono elektrodzinēju atslēgšanai, kā arī lai novērstu atslēgto elektrodzinēju nesinhronu ieslēgšanu, ja ieslēgšanas strāvas pārsniedz pieļaujamās.

3.10.20. Ja visu nozīmīgu elektrodzinēju vienlaicīga pašpalaišanās nav iespējama, paredz vienas daļas šādu elektrodzinēju atslēgšanu pirms pirmās daļas elektrodzinēju pašpalaišanās, ar sekojošu atslēgto elektrodzinēju automātisku atkalieslēgšanu pēc pirmās daļas elektrodzinēju pašpalaišanās. Nākošo daļu elektrodzinēju palaišanu var veikt, novērtējot vienu vai vairākus no šādiem parametriem:

3.10.20.1. strāvu, pēc kuras lieluma nosaka, ka iepriekšējās daļas elektrodzinēju palaišana ir beigusies;

3.10.20.2. spriegumu, pēc kura lieluma nosaka, ka tas ir pietiekošs elektrodzinēju palaišanai;

3.10.20.3. laiku, veicot palaišanu pēc iepriekš aplēsta laika.

3.10.21. Minimālsprieguma aizsardzību ar laika aizturi līdz 10 s un sprieguma iestatījumu, ne augstāku par 50% no nominālā sprieguma uzstāda nozīmīgiem elektrodzinējiem gadījumos, ja nav pieļaujams tehnoloģiskā procesa elektroapgādes pārtraukums, vai drošuma apsvērumu dēļ, kad nav pieļaujama elektrodzinēju pašpalaišanās pēc to apstādināšanas, kā arī gadījumos, kad nevar nodrošināt visu

tehnoloģiskā procesa nozīmīgu elektrodzinēju pašpalaišanos (skatīt 3.10.20. p.). Aizsardzībai jādarbojas uz elektrodzinēju atslēgšanu. Bez minētiem gadījumiem šāda aizsardzība jāizmanto drošai savstarpēji rezervējamu elektrodzinēju ARI palaišanai.

Nozīmīgiem elektrodzinējiem ar maināmu rotācijas frekvenci, kuru pašpalaišanās ir pieļaujama un mērķtiecīga, minimālsprieguma aizsardzībai automātiski jāpārslēdz elektrodzinējs uz zemāko rotācijas frekvenci.

3.10.22. Sinhronajiem elektrodzinējiem paredz automātiskā lauka dzēšana. Lauka dzēšana jārealizē, piemēram, ieslēdzot aktīvu pretestību ierosmes tinuma ķēdē vai ieslēdzot pretestību ierosinātāja ierosmes tinuma ķēdē. Sinhronajiem elektrodzinējiem ar jaudu, mazāku par 0,5 MW, automātisko lauka dzēšanu pieļaujams nelietot, ja to neparedz ražotājs. Elektrodzinējiem ar ierosmes strāvas regulēšanu, izmantojot pusvadītāju taisngriezi, lauka dzēšana papildus jāveic ar pusvadītāju taisngrieža invertēšanu, ja tas ir paredzēts pusvadītāju regulatora vadības shēmā.

3.10.23. Ja elektrodzinējs tiek aizsargāts ar drošinātājiem un nav izveidota signalizācija par drošinātāju pārdegšanu, tad nepieciešams kontrolēt strāvu esamību fāzēs.

3.11. Elektrodzinēju ar frekvences pārveidotāju aizsardzība pieslēgšanas vietā elektrotīklam

3.11.1. Šis energostandarts nenosaka prasības elektrodzinēju un frekvences pārveidotāju aizsardzībām.

Elektrodzinējam ar frekvences pārveidotāju SSO vai PSO jāparedz aizsardzības pieslēgšanas vietā elektrotīklam. Jaudas slēdzim pieslēgšanas vietā jānodrošina atslēgšana un ieslēgšana, darbojoties paša elektrodzinēja un frekvences pārveidotāja aizsardzībām. Prasības paša elektrodzinēja un frekvences pārveidotāja aizsardzībām nosaka ražotājs.

3.11.2. Pieslēgšanas vietā elektrotīklam paredz aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem:

3.11.2.1. starpfāžu īsslēgumiem;

3.11.2.2. strāvas pārslodzes;

3.11.2.3. nesimetriskiem elektrotīkla režīmiem;

3.11.2.4. vienfāzes īsslēgumiem uz zemi pievienojumam, kas pieslēgts elektrotīklam ar caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.11.2.5. vienfāzes zemesslēgumiem pievienojumam, kas pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli;

3.11.2.6. dubultiem zemesslēgumiem, ja viens ir pievienojumā, bet otrs ārējā elektrotīkla pievienojumā, kas pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli.

3.11.3. Pieslēgšanas vietā elektrotīklam pievienojumam var lietot šādas aizsardzības:

3.11.3.1. pretējās secības strāvas aizsardzība (46I2) vai nesimetrijas strāvas aizsardzība (46);

3.11.3.2. pārslodzes strāvas aizsardzība (49);

3.11.3.3. SBA (50BF);

3.11.3.4. MSA (50/51);

3.11.3.5. ZSA (50N);

3.11.3.6. ZSA (50G).

Atbilstoši elektrodzinēja ražotāja prasībām pieslēguma vietai elektrotīklā, kā arī SSO vai PSO izdotajām tehniskajām prasībām aizsardzību apjomu konkrētam pievienojumam nosaka pievienojuma pieslēgšanas vietas valdītājs.

Piezīme: Iekavās norādītie aizsardzību apzīmējumi ir saskaņā ar standartu IEEE C37.2.

3.11.4. Pie starpfāžu īsslēgumiem aizsargājamā pievienojumā paredz MSA bez laika aiztures.

Ja MSA bez laika aiztures nenodrošina nepieciešamu jutību, aizsardzība jāpapildina ar minimālsprieguma palaišanu. Minimālsprieguma palaišanai jābūt trīsfāžu. Minimālsprieguma palaišanas iestatījumam jābūt ne augstākam par $0,8 U_n$, un tai jādarbojas, pazeminoties jebkuram no starpfāžu spriegumiem. MSA iestatījumu pēc strāvas var pieņemt lielāku par pievienojuma nominālo strāvu aptuveni 1,25 reizes.

MSA jābūt trīsfāžu. Aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz pievienojuma atslēgšanu un SBA palaišanu.

MSA jutība pie starpfāžu īsslēgumiem jānovērtē pie īsslēguma uz frekvences pārveidotāja izvadiem no elektrotīkla puses.

3.11.5. Pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi aizsargājamā pievienojumā, ja tas ir pieslēgts elektrotīklam ar caur mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, paredz ZSA (50N).

Aizsardzībai jādarbojas pie nullsecības strāvas un tai jāizmanto strāvmaiņi, kuru sekundārie tinumi saslēgti zvaigznē un kuriem pieslēgta MSA.

Aizsardzībai jābūt bez laika aiztures un jādarbojas uz pievienojuma atslēgšanu un SBA palaišanu.

3.11.6. Pie vienfāzes zemesslēgumiem aizsargājamā pievienojumā, ja tas ir pieslēgts elektrotīklam ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, paredz ZSA (50G).

Aizsardzībai jāreaģē uz pilnu nullsecības strāvu vai tās aktīvo komponenti, un tai jāizmanto nullsecības strāvmainis. Jutības palielināšanai aizsardzībai jāreaģē uz nullsecības pirmās harmonikas vai tās aktīvās komponentes strāvu.

Aizsardzībai jābūt bez laika aiztures un jādarbojas uz pievienojuma atslēgšanu un SBA palaišanu. Nepieciešamības gadījumā, lai novērstu aizsardzības nostrādi pārejas procesu laikā, pieļaujams veidot aizsardzību ar laika aizturi, ne lielāku par 1 s.

Pie dubultiem zemesslēgumiem viens, no kuriem ir aizsargājamā pievienojumā, bet otrs ārējā elektrotīklā, jāparedz ZSA (50N) ar nostrādes strāvu, piemēram, 50 A – 100 A. Tā jāpieslēdz nullsecības strāvmainim vai zvaigznē slēgto strāvmaiņu sekundāro tinumu neitrālvadā un aizsargneitrālvadā. Lai palielinātu darbības drošumu lielu īsslēguma strāvu gadījumā, jālieto nullsecības strāvmainis, kas piesātinās pie lielām

strāvām, vai relejs ar šādu piesātinošo starpstrāvmaini. Aizsardzībai jābūt bez laika aiztures un jādarbojas uz pievienojuma atslēgšanu un SBA palaišanu.

3.11.7. Pie aizsargājamā pievienojuma strāvas pārslodzes paredz pārslodzes strāvas aizsardzību. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu.

Aizsardzībai jādarbojas, ja aizsargājamā pievienojuma strāva ir lielāka par nominālo. Aizsardzība var būt ar vienu vai divām pakāpēm. Aizsardzībai jādarbojas pie noteiktas zemākas strāvas uz signālu un elektrodzinēja atslogošanu (ja tas ir paredzēts), bet pie noteiktas augstākas strāvas – uz elektrodzinēja atslēgšanu un SBA palaišanu.

3.11.8. Aizsargājamam pievienojumam pie nesimetriskiem elektrotīkla režīmiem paredz pretējās secības strāvas aizsardzību. Aizsardzība novērš nesimetrisku darba režīmu pie bojājumiem aizsargājamā pievienojumā vai elektrotīklā, kuri izraisa pretējās secības strāvu pievienojumā, piemēram, pie nepilnfāžu režīma elektrotīklā.

Pie nesimetriskiem elektrotīkla režīmiem vēl paredz šādas aizsardzības:

3.11.8.1. nesimetrijas strāvas aizsardzību, kas nostrādā ar laika aizturi, ja maksimālās un minimālās fāžu strāvas starpībās attiecība pret maksimālo fāzes strāvu pārsniedz uzdoto nesimetrijas lielumu (parasti tiek noteikts lielums 25 %). Elektrotīklos ar izolētu vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli aizsardzība var nepareizi nostrādāt pie zemesslēgumiem. Lai novērstu nepareizu darbību, aizsardzība jābloķē pie zemesslēgumiem vai jāparedz aizsardzības darbība tikai uz signālu, ja nav paredzēta bloķēšana;

3.11.8.2. pretējās secības sprieguma aizsardzību, kas nostrādā ar laika aizturi.

Piezīme: Aizsardzībām jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu un SBA palaišanu.

3.11.9. Aizsargājamam pievienojumam paredz aizsardzību, kas atslēdz elektrodzinēju, pārtraucoties pievienojuma elektrobarošanai. Šim nolūkam lieto dažāda veida aizsardzības. Aizsardzības var kombinēt ar nolūku panākt nepieciešamo ātrdarbību un selektivitāti.

Aizsardzībai pie elektrobarošanas pārtraukšanas var lietot šādas aizsardzības:

3.11.9.1. frekvences pazemināšanās aizsardzību, kas jāparedz frekvences pārveidotāja aizsardzībās vai pieslēgšanas vietā elektrotīklam. Ņemot vērā, ka aizsardzība bloķējas pie maziem sprieguma lielumiem, jāparedz aizsardzība ar pietiekamu ātrdarbību;

3.11.9.2. frekvences pazemināšanās aizsardzību, kas papildināta ar minimālsprieguma aizsardzību. Minimālsprieguma aizsardzība paredzēta darbībai pie maziem spriegumu lielumiem, kad frekvences pazemināšanās aizsardzība ir bloķēta un nav spējīga darboties;

3.11.9.3. minimālstrāvas aizsardzību. Aizsardzība nodrošina nepieciešamo ātrdarbību, selektivitāti un jutību visos režīmos. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu. Aizsardzība automātiski jābloķē pieslēgtās elektroiekārtas palaišanas laikā, un palaišanas laikam beidzoties, pie noteiktas pievienojuma strāvas lieluma aizsardzībai automātiski jāaktivējas.

3.12. Asinhrono un sinhrono elektrodzinēju ar spriegumu līdz 1 kV aizsardzība

3.12.1. Trīsfāžu elektrodzinējiem var paredzēt aizsardzības pie šādiem bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem:

- 3.12.1.1.** bloķēta rotora aizsardzība;
- 3.12.1.2.** starpfāžu īsslēgumiem statora tinumos un uz tā izvadiem;
- 3.12.1.3.** vienfāzes īsslēgumiem uz zemi statora tinumos elektrodzinējam, kas pieslēgts elektrotīklam ar cieši zemētu neitrāli;
- 3.12.1.4.** statora tinumu strāvas pārslodzes;
- 3.12.1.5.** elektrodzinēja pretējās secības strāvas pārslodzes;
- 3.12.1.6.** nesimetriskiem elektrotīkla režīmiem;
- 3.12.1.7.** elektrodzinēja pārkaršanas palaišanas laikā;
- 3.12.1.8.** sprieguma pazemināšanās uz elektrodzinēja statora izvadiem;
- 3.12.1.9.** ārējiem īsslēgumiem sinhronajam elektrodzinējam;
- 3.12.1.10.** rotora tinuma ierosmes strāvas pārslodzes sinhronajam elektrodzinējam;
- 3.12.1.11.** ierosmes zaudēšanas sinhronajam elektrodzinējam;
- 3.12.1.12.** asinhrona režīma ar ieslēgtu ierosmi sinhronajam elektrodzinējam;
- 3.12.1.13.** pretvirziena aktīvās jaudas sinhronajam elektrodzinējam;
- 3.12.1.14.** sprieguma neesamība fāzē vai sprieguma nesimetrija;
- 3.12.1.15.** un pie citiem bojājumiem.

Piezīme: Elektrodzinējiem ar maināmu rotācijas frekvenci, kuriem ir atsevišķi frekvences pārveidotāji ar sa viem jaudas slēdžiem, jāparedz atsevišķas aizsardzības katrai rotācijas frekvencei ar iedarbi uz savu slēdzi.

3.12.2. Elektrodzinējiem var paredzēt šādas tehnoloģiskas aizsardzības:

- 3.12.2.1.** elektrodzinējiem ar gultņu piespiedu eļļošanu paredz aizsardzību, kura, paaugstinoties temperatūrai gultņos vai pārtraucot eļļošanas sistēmas darbību, darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu;
- 3.12.2.2.** elektrodzinējiem ar piespiedu ventilāciju paredz aizsardzību, kura, paaugstinoties temperatūrai elektrodzinējā vai pārtraucot ventilācijas darbību, darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu;
- 3.12.2.3.** elektrodzinējiem ar statora tinumu un aktīvās dzelzs dzesēšanu ar ūdeni, kā arī ar iebūvētiem gaisa dzesētājiem, kuri savukārt tiek dzesēti ar ūdeni, paredz aizsardzību, kura, samazinoties ūdens plūsmai zemāk par noteikto (aplēsto), darbojas uz signālu, un ūdens plūsmai izbeidzoties, darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu. Jāparedz arī signalizācija, kura iedarbojas, ūdenim iekļūstot elektrodzinēja korpusā;
- 3.12.2.4.** elektrodzinējiem paredz aizsardzības pie dažāda veida mehāniskiem bojājumiem, kas izmanto vibrācijas un cita veida devējus.

3.12.3. Elektrodzinēja aizsardzības pie bojājumiem un nenormāliem darba režīmiem apkopotas 3.3. tabulā.

Atbilstoši elektrodzinēja ražotāja prasībām, pieslēguma vietai elektrotīklā, kā arī SSO vai PSO izdotajām tehniskajām prasībām aizsardzību apjomu konkrētam elektrodzinējam nosaka elektrodzinēja valdītājs.

Izvēloties aizsardzības konkrētam elektrodzinējam, var lietot šīs nodaļas norādījumus un skaidrojumus par 3.3. tabulā norādītajām aizsardzībām.

3.3. tabula

Elektrodzinēju ar spriegumu līdz 1 kV aizsardzība

Aizsardzība	Asinhronie elektrodzinēji	Nozīmīgie asinhronie elektrodzinēji	Sinhronie elektrodzinēji
Minimālsprieguma aizsardzība (27)	X	X	X
Minimālstrāvas aizsardzība (37)		X	X
Gultņu temperatūras aizsardzība (kontrolē) (38)	X	X	X
Vibrācijas aizsardzība (kontrolē) (39)	X	X	X
Ierosmes zaudēšanas aizsardzība (40)			X
Pretējās secības strāvas aizsardzība (46I2) vai nesimetrijas strāvas aizsardzība (46)		X	X
Fāžu secības aizsardzība (47)	X	X	X
Pretējās secības sprieguma aizsardzība (47)	X	X	X
Palaišanas aizsardzība (48)	X	X	X
Rotora pārslodzaizsardzība (49R)			X
Statora pārslodzes strāvas aizsardzība (49)	X	X	X
Statora temperatūras aizsardzība (49S)	X	X	X
Rotora temperatūras aizsardzība (49R)			X
Bloķēta rotora aizsardzība (50LR)	X	X	
MSA (50/51)	X	X	X
Maksimālstrāvas spriegumatkarīga aizsardzība (51V)			X
ZSA (51N)	X	X	X
Asinhrona režīma aizsardzība (78)			X

Piezīme: Iekavās norādītie aizsardzību apzīmējumi ir saskaņā ar standartu IEEE C37.2.

3.12.4. Pie starpfāžu īsslēgumiem elektrodzinējiem paredz MSA bez laika aiztures. Jānodrošina, lai aizsardzība nenostādātu elektrodzinēja palaišanas laikā, kad elektrodzinēja strāva vairākkārt pārsniedz nominālo strāvu. Aizsardzības nostrādes strāvai jābūt lielākai par elektrodzinēja palaišanas strāvu, vai jāparedz automātiskā MSA strāvas iestatījuma palielināšana elektrodzinēja palaišanas laikā. Sinhronajiem elektrodzinējiem ir vēl papildu nosacījums: aizsardzības nostrādes strāvai jābūt lielākai par maksimālo strāvu no elektrodzinēja pie tuva īsslēguma elektrotīklā. Ja elektrodzinēja palaišanai lieto palaišanas iekārtu, kura samazina palaišanas strāvu līdz pieļaujamam lielumam, aplēsēs jāievēro samazinātais palaišanas strāvas lielums.

Elektrodzinēja tehniskajos parametros palaišanas strāva tiek raksturota ar palaišanas strāvas koeficientu, kas norāda palaišanas strāvas attiecību pret elektrodzinēja nominālo strāvu.

Ja MSA bez laika aiztures nenodrošina nepieciešamu jutību, aizsardzība jāpapildina ar minimālsprieguma palaišanu. Minimālsprieguma palaišanai jābūt trīsfāžu. Minimālsprieguma palaišanas iestatījumam jābūt ne augstākam par $0,8 U_n$, un tai jādarbojas, pazeminoties jebkuram no starpfāžu spriegumiem. MSA ar minimālsprieguma palaišanu MSA iestatījumu pēc strāvas var pieņemt lielāku par pievienojuma nominālo strāvu aptuveni 1,25 reizes.

MSA jābūt trīsfāžu. Aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz elektrodzinēja atslēgšanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

Elektrodzinēju aizsardzības jutība pie īsslēgumiem jānovērtē pie īsslēguma uz elektrodzinēja izvadiem.

3.12.5. Pie vienfāzes īsslēgumiem uz zemi statora tinumā, ja elektrodzinējs ir pieslēgts elektrotīklam ar cieši zemētu neitrāli, paredz ZSA (50N).

Aizsardzībai jādarbojas pie nullsecības strāvas un tai jāizmanto strāvmaiņi, kuru sekundārie tinumi saslēgti zvaigznē un kuriem pieslēgta MSA.

Aizsardzībai jābūt bez laika aiztures un jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.12.6. Pie statora tinumu strāvas pārslodzes paredz pārslodzes strāvas aizsardzību, termiskā pārslodzes strāvas aizsardzību ar laikatkarīgu nostrādes raksturlielumu. Laikatkarīga nostrādes raksturlielums nedrīkst pārsniegt statora tinuma pieļaujamo pārslodzes strāvraksturlielumu. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu.

Termiskā pārslodzes strāvas aizsardzība, ievērojot elektrodzinēja tipu, statora tinumu strāvas lielumu, rotora īslaicīgas silšanas un ilglaicīgas silšanas siltuma konstantes, statora īslaicīgas silšanas un ilglaicīgas silšanas siltuma konstantes, rotora un statora atdzesēšanas siltuma konstantes (tās var aplēst, zinot silšanas konstantes), modelē statora tinumu un rotora temperatūru, mainoties elektrodzinēja mehāniskai slodzei.

Aizsardzībai jādarbojas uz atslēgšanu ar laika aizturi, lielāku par elektrodzinēja palaišanas ilgumu, ja elektrotīklā ir nomināls spriegums un frekvence, un mazāku par laiku, kuru ierobežo elektrodzinēja statora tinumu un rotora temperatūra.

Aizsardzībai jādarbojas, ja statora strāva ir lielāka par nominālo. Aizsardzība var būt ar vienu vai divām pakāpēm. Aizsardzībai jādarbojas pie noteiktas zemākas statora tinuma un rotora temperatūras uz signālu un elektrodzinēja atslogošanu (ja tas ir paredzēts), bet pie noteiktas augstākas temperatūras – uz elektrodzinēja atslēgšanu, SBA palaišanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.12.7. Elektrodzinējiem pie pretējās secības strāvas pārslodzes paredz pretējās secības strāvas aizsardzību. Aizsardzība novērš rotora un tā rezultātā citu elektrodzinēja elementu pārkaršanu pie bojājumiem elektrodzinējā vai elektrotīklā, kuri izraisa pretējās secības strāvu elektrodzinējā, piemēram, pie nepilnfāžu režīma elektrotīklā.

Aizsardzībai jābūt ar integrālatkarīgu raksturlielumu. Aizsardzības nostrādes laikiem jābūt saskaņotiem ar elektrodzinēja pretējās secības pieļaujamās pārslodzes strāvraksturlielumu, un nostrādes laiki nedrīkst pārsniegt pieļaujamos laikus.

Pie nesimetriskiem elektrotīkla režīmiem var paredzēt šādas aizsardzības:

3.12.7.1. fāžu secības aizsardzību, kas nostrādā ar laika aizturi pie nepareizas fāžu strāvu secības elektrodzinēja statora tinumos;

3.12.7.2. nesimetrijas strāvas aizsardzību, kas nostrādā ar laika aizturi, ja maksimālās un minimālās fāžu strāvas starpībās attiecība pret maksimālo fāzes strāvu pārsniedz uzdoto nesimetrijas lielumu (parasti tiek noteikts lielums 25 %). Elektrotīklos ar izolētu vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli aizsardzība var nepareizi nostrādāt pie zemesslēgumiem. Lai novērstu nepareizu darbību, aizsardzība jābloķē pie zemesslēgumiem vai jāparedz aizsardzības darbība tikai uz signālu, ja nav paredzēta bloķēšana;

3.12.7.3. pretējās secības sprieguma aizsardzību, kas nostrādā ar laika aizturi.

Piezīme: Aizsardzībām jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.12.8. Elektrodzinējiem pie statora temperatūras paaugstināšanās paredz termisko statora aizsardzību ar temperatūras devējiem. Pie zemākas temperatūras aizsardzībai jādarbojas uz signālu, bet augstākas temperatūras, sasniedzot maksimāli pieļaujamu statora temperatūru, – uz elektrodzinēja atslēgšanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

Sinhronajiem elektrodzinējiem pie rotora temperatūras paaugstināšanās paredz termisko rotora aizsardzību ar temperatūras devējiem. Pie zemākas temperatūras aizsardzībai jādarbojas uz signālu, bet augstākas temperatūras, sasniedzot maksimāli pieļaujamu rotora temperatūru, – uz elektrodzinēja atslēgšanu un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.12.9. Pie elektrodzinēja pārkaršanas un citiem nenormāliem darba režīmiem palaišanas laikā paredz elektrodzinēja palaišanas aizsardzību.

Aizsardzība novērtē elektrodzinēja palaišanas procesa dažādus parametrus. Aizsardzība automātiski ieslēdzas darbā uz uzdoto laiku. Palaišanas laikā fiksējot novirzes no uzdotiem palaišanas procesa parametriem, aizsardzība darbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

Asinhronajam elektrodzinējam, ja nav konstatētas novirzes no uzdotajiem palaišanas procesa parametriem un fiksēts, ka palaišanas process ir beidzies uzdotā laikā, palaišanas aizsardzība atgriežas izejas (atslēgtā) stāvoklī.

Sinhronā elektrodzinēja palaišanas aizsardzība bloķē aizsardzības, kas darbojas pie ierosmes zaudēšanas, vai paredzētas ierosmes strāvas lieluma neatbilstības noteikšanai, uz visu palaišanas procesa laiku. Ja nav konstatētas novirzes no uzdotajiem palaišanas procesa parametriem un fiksēts, ka palaišanas process ir beidzies uzdotā laikā, palaišanas aizsardzība ieslēdz darbā paredzētas ierosmes zaudēšanas noteikšanai aizsardzības, un atgriežas izejas (atslēgtā) stāvoklī.

3.12.10. Palaišanas aizsardzība novērtē palaišanas procesa strāvu, laiku un biežumu, rotora darbību, pareizu palaišanas secību, izmantojot dažādas aizsardzības funkcijas. Aizsardzībai ir šādas funkcionālas pakāpes:

3.12.10.1. pakāpe ar atkarīgu no palaišanas strāvas laika raksturlīkni, kura salīdzina aplēsto raksturlīkni pēc faktiskās palaišanas strāvas (I) laikā (t) ($I^2 \times t$) ar pieļaujamo, ņemot vērā nominālo palaišanas strāvu un maksimāli pieļaujamo palaišanas laiku. Pakāpe nostrādā, ja ir sasniegta pieļaujamā vērtība $I^2 \times t$;

3.12.10.2. pakāpe ar neatkarīgu no palaišanas strāvas laika raksturlīkni, kura nostrādā, ja pie elektrodzinēja palaišanas rotors nesāk rotēt, nosakot to ar bloķēta rotora aizsardzību. Pakāpe nostrādā, ja rotors nesāk rotēt ilgāk par pieļaujamo laiku;

3.12.10.3. pakāpe, kura kontrolē elektrodzinēja palaišanas secību un palaišanas laiku, kurā jāsasniedz normālie darba režīma parametri. Pakāpei jāuzdod palaišanas laiks, ievērojot ražotāja noteikto palaišanas laiku un nomērot to pie pārbaudes. Pakāpe nostrādā, ja palaižot elektrodzinēju palaišana nenotiek pareizā secībā, nav sasniegti normālā darba režīma parametri, pārsniegts uzdots palaišanas laiks;

3.12.10.4. pakāpe, kura ievērojot palaišanas skaitu un to biežumu, kā arī laiku, kad elektrodzinējs ir atslēgts, modelē elektrodzinēja statora tinumu un rotora temperatūru elektrodzinēja palaišanas brīdī. Aizsardzībai, kā iestatījumi, jāuzrāda pieļaujamais palaišanu skaits un kādā laika periodā šis skaits ir pieļaujams. Pakāpe darbojas uz elektrodzinēja ieslēgšanas bloķēšanu uz noteiktu laiku.

Piezīme: Pirmām trim pakāpēm jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.12.11. Elektrodzinējam paredz aizsardzību, kas atslēdz elektrodzinēju, pārtraucoties elektrodzinēja elektrobarošanai. Šim nolūkam lieto dažāda veida aizsardzības. Aizsardzības var kombinēt ar nolūku panākt nepieciešamo ātrdarbību un selektivitāti.

Aizsardzībai pie elektrobarošanas pārtraukšanas var lietot šādas aizsardzības:

3.12.11.1. frekvences pazemināšanās aizsardzību. Ņemot vērā, ka aizsardzība bloķējas pie maziem sprieguma lielumiem, jāparedz aizsardzība ar pietiekamu ātrdarbību;

3.12.11.2. frekvences pazemināšanās aizsardzību, kas papildināta ar minimālsprieguma aizsardzību. Minimālsprieguma aizsardzība paredzēta darbībai pie maziem spriegumu lielumiem, kad frekvences pazemināšanās aizsardzība ir bloķēta un nav spējīga darboties;

3.12.11.3. minimālstrāvas aizsardzību. Aizsardzība nodrošina nepieciešamo ātrdarbību, selektivitāti un jutību visos režīmos. Aizsardzībai jābūt trīsfāžu. Aizsardzība automātiski jābloķē elektrodzinēja palaišanas laikā, un palaišanas laikam beidzoties, pie noteiktas elektrodzinēja strāvas lieluma aizsardzībai automātiski jāaktivējas.

3.12.12. Paredz speciālus pasākumus, lai novērstu lielas magnetizēšanas strāvas parādīšanos asinhronajos elektrodzinējos, automātiski padodot spriegumu uz elektrodzinējiem pēc elektrobarošanas pārtraukšanas.

Pārtraucoties elektrobarošanai, uz asinhronā elektrodzinēja izvadiem kādu laiku saglabājas paliekošais spriegums, kura lielums un frekvence samazinās no sākum lieluma līdz nullei. Elektrotīkla nesinhrona sprieguma padošana uz elektrodzinēju, kuram ir paliekošais spriegums, izraisa izteikti lielu magnetizēšanas strāvu, kas var neatgriezeniski bojāt elektrodzinēju.

Lai nepieļautu lielu magnetizēšanas strāvu, padodot spriegumu uz asinhrono elektrodzinēju pēc elektrobarošanas pārtraukšanas, var paredzēt automātisko sprieguma padošanu pēc uzdotās laika aiztures. Pārtraucoties asinhronā elektrodzinēja elektrobarošanai, elektrodzinējs tiek atslēgts no aizsardzības, kas speciāli paredzēta šim nolūkam. Elektrodzinēja paliekošā sprieguma lielums konkrētā laika brīdī var būt aplēsts un ir atkarīgs no elektrodzinēja pārejas laika konstantes (pases dati). Pēc laika aiztures, kas ir vairākas reizes lielāka par elektrodzinēja pārejas laika konstanti, paliekošais spriegums samazinās līdz lielumam, pie kura nesinhrona sprieguma padošana uz elektrodzinēju neizraisa lielu magnetizēšanas strāvu. Laika aizture tiek pieņemta, piemēram, līdz 2,5 s, bet pamatojot nepieciešamību – līdz 10 s. Elektrodzinējiem pieļaujamo elektroapgādes pārtraukuma ilgumu nosaka tehnoloģisko un elektrisko aizsardzību laika iestatījumi;

3.12.13. Sinhronajam elektrodzinējam pie ierosmes zaudēšanas paredz aizsardzību, kas konstatē ierosmes zaudēšanu:

3.12.13.1. aizsardzība, kas reaģē uz rotora strāvas samazināšanos līdz noteiktam minimālam lielumam. Aizsardzībai jāizmanto rotora ķēdes līdzstrāva. Aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturi 1 s vai lielāku, lai novērstu aizsardzības nepareizu (lieku) nostrādi pie pārejas procesa elektroenerģijas sistēmā, kas izsauc īslaicīgu rotora strāvas samazināšanos;

3.12.13.2. aizsardzība, kas mēra jaudas koeficientu, nosakot ierosmes zaudēšanu, ja elektrodzinējs sāk patērēt reaktīvo jaudu no elektrotīkla;

Piezīme 1: Sinhronajam elektrodzinējam, neatkarīgi no to jaudas, jāparedz loģiskā aizsardzība pie ierosmes zaudēšanas bez laika aiztures, elektromagnētiskam atkabnim atslēdzot loka dzēšanas aizsarglēdzi, ko nosaka pēc tās palīgkontakta stāvokļa.

Piezīme 2: Aizsardzībai jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.12.14. Sinhronajam elektrodzinējam, kuram ierosme barojas no ierosmes transformatora, pie ārējiem īsslēgumiem paredz trīsfāžu maksimālstrāvas spriegumatkarīga aizsardzību. Šādai aizsardzībai raksturīga nostrādes strāvas samazināšanās, samazinoties sinhronā elektrodzinēja spriegumam atbilstoši izvēlētai raksturliknei. Aizsardzība rezervē blakus aizsargposmu aizsardzības, kā arī sinhronā elektrodzinēja aizsardzības.

Prasība lietot maksimālstrāvas spriegumatkarīgu aizsardzību, ja sinhronā elektrodzinēja ierosme barojas no ierosmes transformatora, ir saistīta ar elektrodzinēja ierosmes sprieguma pazemināšanos pie īsslēguma. Notiekot īsslēgumam elektrodzinēja statorā vai tuvu elektrotīklā (tuvu elektrodzinēja sprieguma sadalnes kopnēm), kā arī pie elektrodzinēja aizsardzību atteices, parastā MSA var atteikt, jo īsslēgums izraisa ievērojamu elektrodzinēja sprieguma iekritumu un tā rezultātā elektrodzinēja rotora tinumā elektromagnētiskais lauks strauji samazinās, bet īsslēguma strāva jau aptuveni pēc 1 s samazinās līdz elektrodzinēja nominālajai strāvai un aptuveni pēc 3 s – 5 s tā samazinās līdz minimālam lielumam.

Aizsardzībai jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu un ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.12.15. Elektrodzinējam pie sprieguma pazemināšanās uz elektrodzinēja statora izvadiem paredz minimālsprieguma aizsardzību.

Aizsardzība reaģē uz sprieguma pazemināšanos, ko var izsaukt, piemēram, elektrobarošanas pārtraukšana.

Aizsardzībai jādarbojas ar laika aizturēm, lai novērstu aizsardzības neselektīvu darbību pie īsslēgumiem blakus elektrotīkla, kas izsauc sprieguma pazemināšanos. Ar aplēsēm jānosaka laika aizture, saskaņojot to ar blakus elektrotīkla aizsardzību darbības laikiem.

Aizsardzībai jāparedz viena vai divas pakāpes. Pirmajai pakāpei jābūt ar iestatījumu, piemēram, $0,86 U_n$ ar laika aizturi 3 s, bet otrajai pakāpei – ar laikatkarīgu raksturlielni ar robežspriegumu, piemēram, $0,81 U_n$, kurai pie $0,5 U_n$ būs laika aizture 2 s un pie $0,8 U_n$ būs laika aizture 5 s. Aizsardzība jābloķē bez laika aiztures, spriegumam samazinoties līdz $0,1 U_n - 0,2 U_n$, kas var liecināt par sprieguma ķēžu bojājumu. Ja tehnoloģiskā procesa nodrošināšanai nav paredzēts savādāk, abām pakāpēm jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu, bet sinhronajiem elektrodzinējiem arī uz ierosinātāja elektromagnētiskā lauka dzēšanu.

3.12.16. Lai atvieglotu sprieguma atjaunošanos pēc īsslēguma atslēgšanas un nodrošinātu nozīmīgu elektrodzinēju pašpalaišanos, paredz minimālsprieguma aizsardzību, kas atslēdz mazāk nozīmīgus elektrodzinējus ar summāro jaudu, ko nosaka barošanas avota un barojošā elektrotīkla iespējas pašpalaišanās nodrošināšanai.

Minimālsprieguma aizsardzības laika aizturi izvēlas robežās no 0,5 s līdz 1,5 s, par pakāpi augstāku, salīdzinot ar ātrdarbīgo aizsardzību pie starpfāžu īsslēgumiem, bet sprieguma iestatījumu ne augstāku par 70 % no nominālā sprieguma.

Ja sinhronie elektrodzinēji izraisa atslēgtas sekcijas sprieguma lēzenu samazināšanos, tad AAI un ARI nostrādes paātrināšanai var izmantot nozīmīgu sinhrono elektrodzinēju lauka dzēšanu, lietojot minimālstrāvas aizsardzību vai kādu citu tehnisku risinājumu, kas nodrošina ātrāku barošanas avota atslēgšanas fiksāciju.

Šos līdzekļus var izmantot arī mazāk nozīmīgu sinhrono elektrodzinēju atslēgšanai, kā arī lai novērstu atslēgto elektrodzinēju nesinhronu ieslēgšanu, ja ieslēgšanas strāvas pārsniedz pieļaujamās.

3.12.17. Ja visu nozīmīgu elektrodzinēju vienlaicīga pašpalaišanās nav iespējama, paredz vienas daļas šādu elektrodzinēju atslēgšanu pirms pirmās daļas elektrodzinēju pašpalaišanās, ar sekojošu atslēgto elektrodzinēju automātisku atkalieslēgšanu pēc pirmās daļas elektrodzinēju pašpalaišanās. Nākošo daļu elektrodzinēju palaišanu var veikt, novērtējot vienu vai vairākus no šādiem parametriem:

3.12.17.1. strāvu, pēc kuras lieluma nosaka, ka iepriekšējās daļas elektrodzinēju palaišana ir beigusies;

3.12.17.2. spriegumu, pēc kura lieluma nosaka, ka tas ir pietiekošs elektrodzinēju palaišanai;

3.12.17.3. laiku, veicot palaišanu pēc iepriekš aplēsta laika.

3.12.18. Minimālsprieguma aizsardzību ar laika aizturi līdz 10 s un sprieguma iestatījumu ne augstāku par 50 % no nominālā sprieguma uzstāda nozīmīgiem elektrodzinējiem gadījumos, ja nav pieļaujams tehnoloģiskā procesa elektroapgādes

pārtraukums, vai drošuma apsvērumu dēļ, kad nav pieļaujama elektrodzinēju pašpalaišanās pēc to apstādināšanas, kā arī gadījumos, kad nevar nodrošināt visu tehnoloģiskā procesa nozīmīgu elektrodzinēju pašpalaišanos (skatīt 3.12.17. p.). Aizsardzībai jādarbojas uz elektrodzinēju atslēgšanu. Bez minētiem gadījumiem šo aizsardzību jāizmanto drošai savstarpēji rezervējamu elektrodzinēju ARI palaišanai.

Nozīmīgiem elektrodzinējiem ar maināmu rotācijas frekvenci, kuru pašpalaišanās ir pieļaujama un mērķtiecīga, minimālsprieguma aizsardzībai automātiski jāpārslēdz elektrodzinējs uz zemāko rotācijas frekvenci.

3.12.19. Sinhronajiem elektrodzinējiem paredz automātisko lauka dzēšanu. Lauka dzēšana jārealizē, piemēram, ieslēdzot aktīvu pretestību ierosmes tinuma ķēdē vai ieslēdzot pretestību ierosinātāja ierosmes tinuma ķēdē. Sinhronajiem elektrodzinējiem ar jaudu, mazāku par 0,5 MW, automātisko lauka dzēšanu pieļaujams nelietot, ja to neparedz ražotājs. Elektrodzinējiem ar ierosmes strāvas regulēšanu, izmantojot pusvadītāju taisngriezi, lauka dzēšana papildus jāveic ar pusvadītāju taisngrieža invertēšanu, ja tas ir paredzēts pusvadītāju regulatora vadības shēmā.

3.13. Līdzstrāvas elektrodzinēju ar spriegumu līdz 1 kV aizsardzība

3.13.1. Ievērojot elektrodzinēja ražotāja prasības, atbilstoši pieslēguma vietai elektrotīklā, kā arī SSO vai PSO izdotajām tehniskajām prasībām aizsardzību apjomu konkrētam elektrodzinējam nosaka elektrodzinēja valdītājs.

3.13.2. Līdzstrāvas elektrodzinējiem jāparedz aizsardzība, kura nostrādā pie īsslēgumiem. Nepieciešamības gadījumā papildus var uzstādīt aizsardzību, kura nostrādā pie statora tinuma strāvas pārslodzes un pie pārmērīgas rotācijas ātruma palielināšanās.

3.13.3. Elektrodzinēju aizsardzībai pie īsslēgumiem jāizmanto aizsargslēdži vai drošinātāji. Elektrostacijas pašpatēriņa līdzstrāvas nozīmīgiem elektrodzinējiem pie īsslēgumiem ieteicams izmantot aizsargslēdzus.

Aizsargslēdžu un drošinātāju nominālās strāvas jāizvēlas tā, lai garantētu drošu īsslēguma uz elektrodzinēja izvadiem atslēgšanu (skatīt 2.2.2. p.), bet, lai elektrodzinēji neatslēgtos īslaicīgu strāvas pieaugumu gadījumos, kas iespējami attiecīgās elektroiekārtas normālā darba režīmā (tehnoloģisko slodžu īslaicīgi pieaugumi, palaišanās un pašpalaišanās režīma palaišanas strāvas u.tml.). Šajā nolūkā elektrodzinējiem ar viegliem palaišanās apstākļiem elektrodzinēju palaišanas strāvas attiecībai pret drošinātāja kustošā ieliktna nominālo strāvu jābūt ne lielākai par 2,5, bet elektrodzinējiem ar smagiem palaišanās apstākļiem (liels iegriešanās laiks, biežas palaišanās u.tml.) elektrodzinēju palaišanas strāvas attiecībai jābūt robežās no 2,0 līdz 1,6.

Nozīmīgiem elektrodzinējiem, lai maksimāli novērstu iespēju drošinātājiem pārdegt īslaicīgas strāvas pieauguma gadījumos, neatkarīgi no elektrodzinēja palaišanās apstākļiem šo attiecību var pieņemt 1,6 ar noteikumu, ka īsslēguma gadījumā uz elektrodzinēja izvadiem īsslēguma strāvas attiecība pret drošinātāja kustošā ieliktna nominālo strāvu ir ne mazāka par 2.2.2. p. norādīto.

Ja aizsargslēdža elektromagnētiskais atkabnis elektrostacijas pašpatēriņa vai izolētā režīmā nenodrošina nepieciešamo jutību, var lietot iebūvētas aizsargslēdzī vai ārpus tā digitālas aizsardzības, kas iedarbojas uz aizsargslēdža neatkarīgu atslēgšanu.

Aizsardzību selektivitātes nodrošināšanai elektrostacijas pašpatēriņu barojošā elektrotīklā, elektrodzinēju aizsardzībai pie īsslēgumiem ieteicams lietot elektromagnētiskos atkabņus un aizsardzības bez laika aiztures.

3.13.4. Pie statora tinuma strāvas pārslodzēm elektrodzinējiem aizsardzība jāuzstāda, ja ir iespējamās elektrodzinēja tehnoloģiskas pārslodzes, kā arī lai ierobežotu palaišanās ilgumu pie pazemināta sprieguma un īpaši smagiem palaišanās vai pašpalaišanās apstākļiem. Aizsardzībai jābūt ar laika aizturi, un tās izveidošanai var izmantot siltuma relejus, digitālas vai elektromehāniskas aizsardzības.

Pie statora tinuma strāvas pārslodzēm aizsardzībai jādarbojas uz elektrodzinēja atslēgšanu un signālu, vai jāatslogo elektrodzinējs, ja tas ir iespējams.

Aizsardzība pie statora tinuma strāvas pārslodzēm nav obligāta elektrodzinējiem ar atkārtoti – īslaicīgu darba režīmu.

3.13.5. Minimālsprieguma aizsardzība jālieto šādos gadījumos:

3.13.5.1. elektrodzinējiem, kuriem nav pieļaujama tieša ieslēgšana elektrotīklā;

3.13.5.2. tādiem elektrodzinējiem, kam pēc apstāšanās nav pieļaujama pašpalaišanās tehnoloģisku vai drošuma apsvērumu dēļ;

Piezīme: Nozīmīgiem elektrodzinējiem, kuriem nepieciešama pašpalaišanās un to ieslēgšanai izmanto kontaktorus un palaidējus ar noturošo tinumu, vadības ķēdē jāparedz mehāniskas vai elektriskas laika aiztures ierīces, kas nodrošina elektrodzinēja automātisku ieslēgšanu noteiktā laikā pēc sprieguma atjaunošanās. Šādiem elektrodzinējiem, ja to pieļauj tehnoloģiskās un drošuma prasības, vadības pogu vietā var izmantot slēdžus, lai tādējādi noturošā tinuma ķēde paliktu noslēgta, apejot palaišas palīgkontaktus, un tiktu nodrošināta automātiska atkalieslēgšana pēc sprieguma atjaunošanās neatkarīgi no barošanas pārtraukuma ilguma.

3.13.6. Elektrodzinējiem jāparedz aizsardzība, kura nostrādā pie īsslēgumiem:

3.13.6.1. ja aizsardzība izveidota ar drošinātājiem – visos polos;

3.13.6.2. ja aizsardzība izveidota ar aizsargslēdžiem – visos polos;

3.13.7. Pie statora tinuma pārslodzēm elektrodzinējiem aizsardzību var paredzēt visos polos vai vienā polā.

3.13.8. Elektrodzinēju aizsargierīcēm jāatbilst 2.1. nodaļas prasībām. Visu veidu elektrodzinēju aizsardzības, kuras nostrādā pie īsslēgumiem un pie statora tinumu strāvas pārslodzēm, ka arī minimālsprieguma aizsardzību pieļaujams izveidot ar attiecīgiem atkabņiem, kuri iebūvēti vienā aizsargslēdžī.

4. Automātika

4.1. Vispārīgās prasības

4.1.1. Nodaļa attiecas uz elektrostaciju, elektrotīklu, elektroenerģijas sistēmu, ražošanas un citu elektroietaišu automātikas ierīcēm, kas paredzētas:

- 4.1.1.1.** elektrolīniju vai elektrolīnijas fāžu, kopņu un citu elektroiekārtu AAI pēc to automātiskas atslēgšanas;
- 4.1.1.2.** rezerves barošanas vai elektroiekārtas automātiskai ieslēgšanai (ARI);
- 4.1.1.3.** sinhrono ģeneratoru un sinhrono kompensatoru ieslēgšanai;
- 4.1.1.4.** ierosmes, sprieguma un reaktīvās jaudas regulēšanai;
- 4.1.1.5.** frekvences un aktīvās jaudas regulēšanai;
- 4.1.1.6.** statiskās un dinamiskās stabilitātes traucējumu novēršanai;
- 4.1.1.7.** asinhrona režīma novēršanai vai pārtraukšanai;
- 4.1.1.8.** frekvences pazemināšanās ierobežošanai;
- 4.1.1.9.** frekvences paaugstināšanās ierobežošanai;
- 4.1.1.10.** sprieguma pazemināšanās ierobežošanai;
- 4.1.1.11.** sprieguma paaugstināšanās ierobežošanai;
- 4.1.1.12.** elektroiekārtas strāvas pārslodzes novēršanai;
- 4.1.1.13.** operatīvi – tehnoloģiskai vadībai.

4.1.2. Automātikas ierīču funkcijas atbilstoši 4.1.1.4. p. – 4.1.1.11. p. pilnībā vai daļēji nosaka elektroenerģijas sistēmas (elektroenerģijas sistēmu apvienības) darbības apstākļu kopums.

elektroenerģijas sistēmas energoobjektos var tikt uzstādītas automātiskās vadības ierīces, kas nav apskatītas šajā dokumentā.

Elektroenerģijas lietotāju elektrotīklos jālieto tādas automātikas ierīces, kas nepieļautu tehnoloģisko procesu traucējumus īslaicīgu elektroenerģijas piegādes pārtraukumu gadījumos, kurus izsaucusi RAA darbība sadales un pārvades elektrotīklos (skatīt arī 3.10.11. p., 3.10.12. p. un 3.11.9. p.).

4.2. Automātiskā atkalieslēgšana

4.2.1. AAI ierīces paredzētas ātrai elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes atjaunošanai, automātiski ieslēdzot jaudas slēdžus, kurus atslēgušas aizsardzības vai automātikas pie bojājumiem elektroenerģijas sistēmas sadales un pārvades elektrotīklos.

AAI jāparedz visu veidu gaisvadu elektrolīnijām ar spriegumu 20 kV – 330 kV. Jauktām kabeļu-gaisvadu elektrolīnijām, cik tas tehniski ir iespējams, aizsardzības darbības zonas jāizvēlas tā, lai palaistu AAI, ja īsslēgums atrodas elektrolīnijas gaisvadu posmā un bloķētu AAI, ja īsslēgums atrodas kabeļu posmā. AAI nelietošana katrā atsevišķā gadījumā ir jāpamato. Kabeļu elektrolīnijām AAI nelieto.

Piezīme: Daļā no apakšstacijām ir izbūvēta 20 kV kopņu AAI un 330 kV kopņu AAI.

4.2.2. AAI ierīces jāizveido tā, lai tās nedarbotos:

4.2.1.1. operatīvajam personālam atslēdzot jaudas slēdzi vai to ieslēdzot uz īsslēgumu;

4.2.1.2. automātiski ieslēdzot jaudas slēdzi no ARI uz īsslēgumu;

4.2.1.3. gadījumos, ja jaudas slēdzi ir atslēgusi:

- transformatora vai rotējošas elektromašīnas aizsardzība pie iekšējiem bojājumiem vai darbojoties automātikai un citos gadījumos, kad AAI darbība nav pieļaujama. AAI darbība pēc automātiskās atslodzes pēc frekvences pazemināšanās darbības jāveido saskaņā ar 4.9.7. p.;
- SBA;
- jaudas slēdža atslēgšana no komandas, kas pienākusi no elektrolīnijas pretējā gala, ja tur darbojās aizsardzība vai automātika, kurai paredzēta AAI bloķēšana;
- 6 kV – 110 kV KDA vai cita veida kopņu aizsardzība;
- 330 kV KDA, ja nav paredzēta 330 kV kopņu AAI vai veicot pārslēgumus 330 kV sadalnē;
- NFA;
- automātika, kurai paredzēta iedarbe uz AAI bloķēšanu.

4.2.1.4. pie īsslēguma kabeļu posmā jauktām 110 kV – 330 kV kabeļu-gaisvadu elektrolīnijām.

Piezīme 1: Jaudas slēdža vadības shēma jāizveido tā, lai nepieļautu vairākkārtīgu slēdža ieslēgšanos uz īsslēgumu AAI ierīces bojājuma gadījumā. Parasti šim nolūkam paredz speciālo starpreleju, kura kontakti, ieslēdzot jaudas slēdzi uz īsslēgumu, ja ir nostrādājusi aizsardzība uz tā atslēgšanu, bloķē (pārtrauc) jaudas slēdža ieslēgšanas spoles (solenoida) ķēdi, kamēr nav noņemta ieslēgšanas komanda. Jaudas slēdzim ar iebūvētu digitālo vadības ierīci šāda funkcija jāparedz minētā elektroiekārtā.

Piezīme 2: Ieslēdzoties jaudas slēdzim no vadības, vai ARI, jānodrošina AAI automātiskā gatavība darbībai pēc noteikta laika, piemēram, laika diapazonā 20 s – 180 s. Ja laikā, kamēr AAI nav gatava darbam, notiek AAI palaišana, darbojoties aizsardzībai, AAI nedarbosies.

4.2.3. Atbilstoši 3.1.5. p. prasībām nesekmīgas AAI gadījumā (ieslēgšana uz īsslēgumu) aizsardzībai jādarbojas ar paātrinājumu. Nav pieļaujama aizsardzības paātrinājuma nostrāde, automātiski ieslēdzoties jaudas slēdzim, no īslaicīgas strāvas nesimetrijas, ko izsauc nevienmērīga jaudas slēdža fāžu ieslēgšanās, transformatoru magnetizēšanas strāvas vai elektrodzinēju palaidies strāvas.

Elektrolīnijas aizsardzība nav jāpaātrina, ja uz tās pirms jaudas slēdža ieslēgšanas jau ir simetrisks spriegums. Ja tehniski šādu prasību nevar izpildīt, tad jāpārbauda, ka elektrolīnijas aizsardzība nevar nostrādāt pie īslaicīgiem slodzes lēcieniem, ieslēdzot elektrolīniju ar sinhronisma kontroli.

Atsevišķos gadījumos pieļaujams atteikties no aizsardzību paātrinājuma pēc AAI 20 kV un zemāka sprieguma elektrolīnijām ar aizsardzību, kas izmanto operatīvo maiņspriegumu, ja aizsardzības nostrādes laiks metālisku īsslēgumu gadījumos tuvu uzstādīšanas vietai nepārsniedz 1,5 s.

4.2.4. 110 kV un 330 kV gaisvadu elektrolīnijām jālieto AAI pēc elektrolīnijas atslēgšanās. 330 kV elektrolīnijām pēc vienfāzes atslēgšanās jālieto VAAI, pēc trīsfāžu atslēgšanās – TAAI. Digitālo releju AAI palaižas no aizsardzībām, kuras darbojas uz jaudas slēdža atslēgšanu. Pēc jaudas slēdža atslēgšanas un AAI laika aiztures jaudas slēdža ieslēgšana tiek atļauta ar sinhronisma (pēc leņķa starp diviem spriegumu vektoriem, spriegumu starpības un frekvenču starpības) vai sprieguma neesamības kontroli. Elektromehānisko releju AAI palaižas no jaudas slēdža atslēgtā stāvokļa pēc tā palīgkontaktiem ar sinhronisma vai sprieguma neesamības kontroli. Jaudas slēdža atslēgtais stāvoklis jānosaka pēc visu fāžu atslēgtā stāvokļa.

Piezīme: 110 kV un 330 kV gaisvadu elektrolīnijām ar kabelu posmiem, lietojot AAI, jāizpilda 3.6.13. p. prasības.

4.2.5. AAI var būt vienkārtējā vai divkārtējā, ja to pieļauj jaudas slēdža tehniskie parametri. Divkārtējo AAI var lietot 20 kV un 110 kV elektrolīnijām ar vienusēju barošanu. Elektrolīnijām ar spriegumu 20 kV divkārtējo AAI var lietot elektrolīnijām, kuras netiek rezervētas elektrotīklā. Divkārtējās AAI lietošana ir jāpamato.

Elektrolīnijām ar spriegumu 20 kV AAI ieslēgšanas nosacījumi var tikt ievērojami vienkāršoti, nelietojot sinhronisma un sprieguma neesamības kontroli, ja elektrolīnija ir ar vienusēju barošanu.

110 kV elektrolīnijām ar divpusēju barošanu, ja tām pievienots pazeminošs transformators sadales elektrotīkla barošanai, katrā elektrolīnijas galā jālieto vienkārtēja AAI ar nostrādes parametriem, kuri nodrošina sprieguma padošanu uz elektrolīniju otro reizi (no pretējā elektrolīnijas gala), kad pirmā AAI bija nesekmīga.

Elektrotīklos ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls), vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli jābloķē otrais AAI cikls, ja pie pirmā AAI konstatēts vienfāzes zemesslēgums (to var konstatēt, piemēram, pēc nullsecības sprieguma). Otrās AAI laika aizture, ja nav citu prasību, jābūt ne mazākai par 15 s – 20 s.

4.2.6. Lai paātrinātu elektropārvades līnijas normāla darba režīma atjaunošanu, AAI laika aizturei (jo sevišķi divkārtējās AAI pirmajam ciklam elektrolīnijām ar vienusēju barošanu) jābūt pēc iespējas minimālai un atkarīgai no elektriskā loka dzišanas apstākļiem un vides dejonizācijas laika bojājuma vietā, kā arī jaudas slēdža un tā vadības sagatavošanas laika atkārtotai darbībai.

AAI laika aizture elektrolīnijām ar divpusēju barošanu jāizvēlas, ievērojot nevienlaicīgu īsslēguma atslēgšanās iespēju elektrolīnijas abos galos, jo aizsardzības tās galos var nostrādāt ar atšķirīgu nostrādes laiku. Tālais rezervēšanai paredzēto aizsardzību darbības laiks šajā gadījumā nav jāņem vērā.

Lai palielinātu elektrolīniju sekmīgas AAI varbūtību, pieļaujama laika aiztures palielināšana, ja tas pieļaujams no elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes un pārvades elektrotilka drošuma viedokļa.

4.2.7. Elektrolīnijām jāparedz viens no šādiem AAI veidiem vai to kombinācijas:

4.2.7.1. ātrdarbīgā AAI;

4.2.7.2. AAI bez sinhronisma un sprieguma kontrolēm;

4.2.7.3. AAI ar sinhronisma un spriegumu kontrolēm;

4.2.7.4. 330 kV elektrolīnijām (skatīt 4.2.10. p. un 4.2.11. p.) VAAI un TAAI ar sinhronisma un spriegumu kontrolēm.

Piezīme: Izvēloties AAI veidu, jāievēro elektrotilka konfigurācija, konkrētie elektroenerģijas sistēmas darbības režīmi un elektroiekārtas īpatnības, kā arī 4.2.8. p. – 4.2.13. p. prasības.

4.2.8. Ātrdarbīgā AAI paredz vienlaicīgu elektrolīnijas īsslēgšanu no abiem galiem ar minimālu (līdz 1 s) laika aizturi. Ātrdarbīgā AAI jālieto, ja ir nepieciešams pēc iespējas ātrāk īsslēgt darbā elektrolīniju. Ātrdarbīgo AAI pieļaujams lietot, ja tiek nodrošināti šādi nosacījumi:

4.2.8.1. elektrolīnijas jaudas slēdžu īsslēgšanas laiks nav lielāks par 100 ms, un jaudas slēdži pieļauj ātrdarbīgo AAI ciklu;

4.2.8.2. atslēdzoties elektrolīnijai ar ātrdarbīgo AAI, visos remontu režīmos paliek īsslēgta vismaz viena elektrostaite starp elektroenerģijas ģenerējošiem avotiem;

4.2.8.3. pēc elektrolīnijas īsslēgšanas saglabājas stabila elektroenerģijas sistēmas sinhrona darbība;

4.2.8.4. sinhrono ģeneratoru un kompensatoru maksimālais elektromagnētiskais moments, īsslēdzoties elektrostaitei starp elektroenerģijas ģenerējošiem avotiem, ir ar nepieciešamo rezervi mazāks par elektromagnētisko momentu, kāds ir trīsfāžu īsslēguma gadījumā uz ģeneratora izvadiem.

Piezīme 1: Maksimālais elektromagnētiskais moments jānosaka pie vislielākā aplēstā leņķa starp EDS vektoriem ātrdarbīgās AAI cikla laikā. Ātrdarbīgās AAI palaišana pieļaujama, tikai nostrādājot elektrolīnijas aizsardzībai ar absolūto selektivitāti vai relatīvās selektivitātes aizsardzībām bez laika aiztures visos elektrolīnijas galos. Nostrādājot elektrolīnijas relatīvās selektivitātes aizsardzībām ar laika aizturi, ātrdarbīgās AAI palaišana jābloķē un jāpalaiž AAI ar sinhronisma un spriegumu kontrolēm.

Piezīme 2: Ja elektroenerģijas ģenerējošo avotu sinhronas darbības saglabāšanai pēc nesekmīgas ātrdarbīgās AAI nepieciešams ievērojams automātikas iedarbju apjoms, ātrdarbīgās AAI lietošana nav ieteicama.

4.2.9. AAI bez sinhronisma kontroles pieļaujama šādos gadījumos:

4.2.9.1. 110 kV un zemāka sprieguma elektrolīnijām ar vienusēju barošanu;

4.2.9.2. lietojot ātrdarbīgo AAI, ja ievērotas 4.2.8. p. prasības;

4.2.9.3. 110 kV elektrolīnijām ar divpusēju barošanu, kurām tehnisku apsvērumu dēļ, piemēram, nav spriegummaiņa uz elektrolīnijas vai esošai AAI nav sinhronisma kontroles, nevar nodrošināt sinhronisma kontroli, bet visos remontu režīmos paralēlās elektrosaites nodrošina elektroenerģijas ģenerējošo avotu stabilu sinhrono darbu, kā arī tiek nodrošināti šajā punktā norādītie papildu nosacījumi elektrolīnijas nesinhronai ieslēgšanai;

4.2.9.4. 20 kV elektrolīnijām, kurām caur transformatoru pievienoti sinhronie ģeneratori, ja tiek nodrošināta šo ģeneratoru atslēgšana, atslēdzoties elektrolīnijai. Šajā gadījumā elektrolīnijai jāparedz AAI ar sprieguma neesamības kontroli uz elektrolīnijas.

4.2.10. AAI ar sinhronisma un sprieguma kontrolēm jāparedz elektrolīnijām ar divpusēju vai vairākpūšu barošanu, izņemot 4.2.9. p. norādītās elektrolīnijas.

AAI ar sinhronisma un sprieguma kontrolēm paredz spriegumu parametru abās jaudas slēdža pusēs savstarpēju salīdzināšanu un kontroli. Šādai kontrolei nepieciešams, lai slēdža abās pusēs būtu spriegummaiņi, kuru sekundārais spriegums tiek padots uz AAI sprieguma mērīšanas ķēdēm.

Jālieto šādas spriegumu kontroles (kā piemērs apskatīts gadījums, kad jaudas slēdzis pievienots no vienas puses kopnēm un no otras puses elektrolīnijai):

4.2.10.1. sprieguma esamība uz kopnēm un sprieguma neesamība uz elektrolīnijas;

4.2.10.2. sprieguma esamība uz elektrolīnijas un sprieguma neesamība uz kopnēm.

Piezīme 1: Sprieguma esamība nozīmē, ka spriegums ir lielāks par noteiktu lielumu (iestatījumu). Sprieguma neesamība nozīmē, ka spriegums ir zemāks par noteiktu lielumu (iestatījumu). Nepieciešamās spriegumu kontroles jāizvēlas, ievērojot konkrētus apstākļus un prasības elektrolīnijas vai citas elektroiekārtas automātiskai ieslēgšanai.

Piezīme 2: 110 kV elektrolīnijām, kas izbūvētas visā garumā vai a tseviskos posmos uz vieniem balstiem kopā ar 330 kV elektrolīniju, sprieguma neesamības uz elektrolīnijas un kopnēm iestatījumi jānosaka, ņemot vērā lielus un asimetriskus inducētos spriegumus atslēgtās 110 kV elektrolīnijas fāzēs no darbā esošas 330 kV elektrolīnijas. Jānovērš 110 kV elektrolīnijas AAI un ieslēgšanas no vadības bloķēšana no spriegumu ķēžu kontroles funkcijas darbības, nosakot funkcijas iestatījumus, kas ņem vērā inducēto spriegumu lielumus, nesimetriju un nebalansu. Inducētos spriegumus fāzēs var noteikt, piemēram, ar digitālo releju veicot spriegumu mērījumus uz 110 kV elektrolīnijas. Sprieguma neesamības iestatījumu jāa tregulē no inducētā sprieguma fāzē, kas tiek izmantota sprieguma uz līnijas un kopnēm kontrolei.

4.2.11. Sinhronisma kontrolei vienlaikus jākontrolē šādi galvenie kritēriji:

4.2.11.1. sinhronizējamo spriegumu frekvenču starpība (slīde Δf) nepārsniedz maksimāli pieļaujamo lielumu (iestatījumu);

4.2.11.2. sinhronizējamo spriegumu absolūto lielumu starpība (ΔU) nepārsniedz maksimāli pieļaujamo lielumu (iestatījumu);

4.2.11.3. leņķis starp sinhronizējamo spriegumu vektoriem (φ) nepārsniedz maksimāli pieļaujamo lielumu (iestatījumu).

Piezīme: Sinhronisma kontrole dod atļauju ieslēgt jaudas slēdzi, ja izpildās visi trīs galvenie kritēriji.

4.2.12. Jāņem vērā divi iespējamie gadījumi digitālo releju AAI izmantošanā.

Pirmais gadījums – atslēgtā jaudas slēdža abās pusēs ir palikuši sinhroni elektrotīkli, jo nav frekvenču starpības un slīdes. Šajā gadījumā AAI pados ieslēgšanas komandu pēc AAI laika aiztures, ja izpildās 4.2.11.2. p un 4.2.11.3. p minētie kritēriji.

Otrais gadījums – atslēgtā jaudas slēdža abās pusēs ir izveidojušies nesinhroni elektrotīkli. Šajā gadījumā parādīsies frekvenču starpība (Δf) un slīde starp spriegumu vektoriem, kuras dēļ leņķis φ starp spriegumu vektoriem nonāks leņķa elementa nostrādes zonā cikliski (atkārtoti) pēc laika $t = 1/\Delta f$. AAI pados ieslēgšanas komandu pēc AAI laika aiztures pirmajā ierobežota laika brīdī, kurā izpildās 4.2.11.1. p, 4.2.11.2. p un 4.2.11.3. p minētie kritēriji. Digitālo releju AAI nodrošina jaudas slēdža ieslēgšanu brīdī, kad leņķis starp spriegumu vektoriem ir tuvs nullei. Šādi AAI pados ieslēgšanas komandu pēc AAI laika aiztures pirmajā ciklā, ja tiek izpildīti 4.2.11.1. p, 4.2.11.2. p un 4.2.11.3. p minētie kritēriji, izpildes gaitā tiek papildus noteikts leņķa samazināšanās faktors līdz robežlielumam $\Delta\varphi = 360^\circ \times \Delta f \times \Delta t$, kur: Δt – jaudas slēdža ieslēgšanās laiks. Ja AAI laika aiztures sasniegšanas brīdī tiek izpildīti 4.2.11.1. p, 4.2.11.2. p un 4.2.11.3. p minētie kritēriji, bet $\Delta\varphi$ ir jau sasniedzis robežlielumu vai notiek leņķa φ palielināšanās, tad AAI komandas padošana notiks nākošajā leņķa elementa nostrādes ciklā.

Sinhronisma kontroles darbības efektivitātes paaugstināšanai digitālos relejos var būt paredzēta papildus kritēriju kontrole, piemēram, sinhronizējamo spriegumu minimāli pieļaujamā frekvences lieluma un maksimāli pieļaujamā slīdes izmaiņas ātruma kontrole (Hz/s).

Nosakot sprieguma neesamības uz 330 kV kopnēm iestatījumu, jāievēro paliekošais spriegums uz kopnēm, kura lielumu nosaka elektrotīkla sprieguma sadalījums starp pievienoto kopnēm jaudas slēdžu kontaktu šuntējošo kondensatoru kapacitātēm un kopnēm pievienoto spriegummaiņu kapacitātēm, pieņemot, ka visi jaudas slēdži ir atslēgti.

Nepārbūvēto 110 kV apakšstaciju pievienojumiem pieļaujams lietot vienkāršotus elektromagnētiskos sinhronisma kontroles relejus, kuri nosaka leņķi starp spriegumu vektoriem pēc vektoriālas spriegumu starpības lieluma. Lietojot šādus relejus, AAI laika aizturei jāpalaižas, kad leņķis starp spriegumu vektoriem nepārsniedz maksimāli pieļaujamo (iestatīto).

4.2.13. Elektrolīnijas ar divpusēju vai vairākpūšu barošanu pēc tās atslēgšanās no RAA, jāieslēdz, ievērojot šādas prasības:

4.2.13.1. elektrolīnijas galā, no kuras tā jāieslēdz vispirms, jāparedz AAI ar sprieguma esamības kontroli uz kopnēm un sprieguma neesamības kontroli uz elektrolīnijas. Ja ir nepieciešams pēc iespējas ātrāk atjaunot saiti starp elektroenerģijas ģenerējošiem avotiem, pieļaujams lietot ātrdarbīgo AAI (skatīt 4.2.8. p. prasības), samazinot AAI laika aizturi, piemēram, līdz 1 s. Lietojot ātrdarbīgo AAI, jāņem vērā, ka tiek samazināta sekmīgas AAI darbības varbūtība (loka dejonizācijas laiks var izrādīties nepietiekošs). Pārējie elektrolīnijas gali ar barošanas avotu jāieslēdz no AAI ar sinhronisma kontroli;

4.2.13.2. lai nodrošinātu elektrolīnijas ieslēgšanu, ja pie ārējā īsslēguma atslēdzās tikai viens elektrolīnijas gals un blakus elektrotīkla posms no pretējiem galiem, katrā elektrolīnijas galā ar barošanas avotu papildus AAI ar sprieguma neesamības kontroli jāparedz AAI ar sinhronisma kontroli. AAI ar sinhronisma

kontroli nodrošina elektrolīnijas automātisku ieslēgšanu neatkarīgi no tā, kurš no atslēgtajiem galiem pirmais padod spriegumu uz elektrotīkla posmu no AAI ar sprieguma esamības kontroli uz kopnēm un sprieguma neesamības kontroli uz elektrolīnijas;

4.2.13.3. lai nodrošinātu elektrolīnijas ieslēgšanu elektrolīnijas galā, kurā ir radiāls darba režīms (nav barošanas avota) un dotais gals pie īsslēgumiem elektrolīnijā var atslēgties no tās aizsardzībām (piemēram, no elektrolīnijas GDA vai no DA, kura nostrādā no īsslēguma strāvām, kas plūst no elektroenerģijas lietotāju elektrodzinējiem vai sinhronajiem kompensatoriem), jāparedz AAI ar sprieguma neesamības kontroli uz kopnēm un sprieguma esamības kontroli uz elektrolīnijas;

4.2.13.4. AAI ierīces jāizveido tā, lai slēdžu ieslēgšanas secību elektrolīnijas galos varētu mainīt.

Piezīme 1: Paredzot AAI ar sinhronisma kontroli, jāņem vērā aplēstā maksimāli pieļaujamā frekvenču starpība, kura ietekmē maksimāli pieļaujamo ieslēgšanas leņķi. Maksimāli pieļaujamais ieslēgšanas leņķis jānosaka, ievērojot 4.2.8.3. p., 4.2.8.4. p. un 4.2.12. p. prasības elektrolīnijas vai cita elektrotīkla elementa ieslēgšanai.

Piezīme 2: Sinhronisma kontrole jāizmanto arī operatīvajam personālam, ieslēdzot elektrolīniju vai citu elektrotīkla elementu jaudas slēdžus, ja PSO vai SSO nav noteicis citu kārtību.

4.2.14. Elektrolīnijām ar spriegumu 330 kV jāparedz VAAI, saskaņojot tās darbību ar TAAI.

VAAI jāpalaiz no aizsardzībām, kuras var noteikt bojāto fāzi un iedarbojas uz bojātas fāzes jaudas slēdža atslēgšanu.

VAAI jāizveido tā, lai atslēdzot vai pazūdot tās operatīvās barošanas avotam, aizsardzību darbība tiktu automātiski pārslēgta uz trīsfāžu atslēgšanu, apejot VAAI.

Elektrolīniju aizsardzībām ar VAAI jānodrošina bojātās fāzes izvēle vienfāzes īsslēguma uz zemi gadījumā, paredzot šādu funkciju (trīsfāžu/vienfāzes atslēgšana). VAAI laika aizturi nosaka, ievērojot elektriskā loka dzišanas un dejonizācijas laiku bojājuma vietā pēc bojātas fāzes atslēgšanas no abiem elektrolīnijas galiem, ņemot vērā iespējamu aizsardzību kaskādveida darbību.

4.2.15. Elektrolīnijām, uz kurām lieto VAAI, jāuzstāda arī TAAI ar dažādām kontrolēm saskaņā ar 4.2.10. p., 4.2.11. p., 4.2.12. p. un 4.2.13. p. prasībām.

VAAI un TAAI jādarbojas šādā secībā:

4.2.15.1. pie starpfāžu īsslēguma notiek elektrolīnijas trīsfāžu atslēgšana ar TAAI palaišanu. TAAI laika aizturi šajā gadījumā jābūt no 2 s līdz 4,5 s. Lietojot ātrdarbīgo TAAI, laika aizturi jābūt līdz 1 s. Pie nesekmīgas TAAI darbības elektrolīnija paliek atslēgta;

4.2.15.2. pie vienfāzes īsslēguma uz zemi notiek elektrolīnijas vienfāzes atslēgšana un VAAI palaišana. VAAI laika aizturi kopā ar slēdža ieslēgšanas laiku jābūt diapazonā no 0,9 s līdz 1,2 s. Nosakot VAAI laika aizturi, jānodrošina dinamiskās stabilitātes kritēriju izpilde nepilnfāžu režīmā. Sekmīgas VAAI gadījumā elektrolīnija paliek ieslēgta. Pēc nesekmīgas VAAI darbības jāparedz elektrolīnijas trīsfāžu atslēgšana un TAAI palaišana. Lietojot jaudas slēdžus, kuri ir paredzēti divām ieslēgšanām uz īsslēgumu pēc kārtas, un kuriem nepieciešams uzvilkt atsperi, lai pēc nesekmīgas VAAI darbības ieslēgtu jaudas slēdzi no

TAAI, TAAI summārais laiks (no 15 s līdz 20 s) veidojas no TAAI laika aiztures pēc nesekmīgas VAAI iestatījuma no 2 s līdz 4,5 s un atsperu uzvilkšanas laika no 12 s līdz 15 s.

4.2.15.3. ja VAAI cikla laikā elektrolīnijas nebojātās fāzēs rodas jebkura veida īsslēgums, tad notiek elektrolīnijas trīsfāžu atslēgšana ar TAAI palaišanu. TAAI laika aizture šajā gadījumā tiek noteikta analogiski iepriekš aprakstītai TAAI pēc nesekmīgas VAAI. Pie nesekmīgas TAAI darbības elektrolīnija paliek atslēgta.

4.2.16. Vienķēdes elektrolīnijām ar divpusēju barošanu, kas savieno elektroenerģijas sistēmu ar nelielas jaudas elektrostaciju, elektrolīnijas galā ar elektrostaciju pieļaujams lietot AAI ar sekojošu ģeneratoru automātisku sinhronizāciju un pieslēgšanu elektrotīklam, saskaņojot AAI parametrus ar elektrostaciju.

4.2.17. 110 kV un zemāka sprieguma elektrotīklā AAI var lietot ar ātrdarbīgām neselektīvām aizsardzībām, lai labotu aizsardzību neselektīvu darbību. Elektrotīklā, kas sastāv no vairākām virknē slēgtām elektrolīnijām, kur tiek lietotas ātrdarbīgas neselektīvas aizsardzības, to neselektīvas darbības labošanai jāizmanto AAI ar iepriekš noteiktu aizsardzību un automātiku darbības secību, piemēram, pirms AAI veicot elektrotīkla ar virknē slēgtām elektrolīnijām automātisku sadalīšanu un posmu AAI ar sprieguma esamības uz kopnēm kontroli. Pieļaujams arī lietot AAI ar aizsardzību paātrinājumu pirms AAI vai ar vairākkārtēju AAI darbību (ne vairāk par divām AAI, nosakot to PSO vai SSO), kas pieaug virzienā uz barošanas avotu.

4.2.18. Lietojot AAI elektrolīnijām, kurām pieslēgti pazeminošie transformatori ar automātiski vadāmiem slodzes slēdžiem vai atdalītājiem augstākā sprieguma pusē, lai nodrošinātu transformatora atslēgšanu bezstrāvas pauzes laikā, AAI laika aizture jāizvēlas lielāka par slodzes slēdža vai atdalītāja atslēgšanas laiku.

4.2.19. Nav pieļaujama AAI, ja tās darbības rezultātā iespējama sinhrono kompensatoru vai sinhrono elektrodzinēju nesinhrona ieslēgšana. Šim nolūkam jāparedz elektromašīnu automātiska atslēgšana, pazūdot barošanas avotam.

4.2.20. 330 kV apakšstacijās pēc KDA nostrādes, ja ir paredzēta kopņu AAI, jāparedz šāda AAI darbības secība:

4.2.20.1. automātiskā kopņu pārbaude ar sprieguma padošanu uz tām ar viena jaudas slēdža AAI. Notiekot nesekmīgai AAI pirmajam jaudas slēdzim, pārējo jaudas slēdžu AAI jābloķē, pārtraucot kopņu AAI tālāko darbību secību;

4.2.20.2. automātiskā visas shēmas atjaunošana, ja kopņu pārbaude ir bijusi sekmīga. Pēc iespējas pilnīga automātiska režīma atjaunošana, ieslēdzot pārējo pievienojumu jaudas slēdžus.

Piezīme: Kopņu AAI jāveido tā, lai nevarētu notikt nesinhrona ieslēgšana (jaudas slēdžu ieslēgšanai no AAI jāparedz sinhronisma un spriegumu kontroles), kā arī jānodrošina KDA jutības pietiekamība nesekmīgas AAI darbības gadījumā.

4.2.21. Spriegumu pazeminošās apakšstacijās ar diviem atsevišķi strādājošiem transformatoriem un 20 kV atklātā tipa kopnēm var paredzēt kopņu AAI, to kombinējot vai saskaņojot ar ARI ierīcēm, jo transformatoru iekšējo bojājumu gadījumos jādarbojas ARI, bet citu bojājumu gadījumos – AAI (skatīt 4.3.13. p.).

4.2.22. Pievienojumam, kas pievienots elektrotīklam ar diviem jaudas slēdžiem, pēc pirmā jaudas slēdža nesekmīgas AAI, otrā jaudas slēdža AAI jābloķē.

4.3. Automātiskā rezerves ieslēgšana

4.3.1. ARI jāparedz elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes atjaunošanai, automātiski pieslēdzoties rezerves barošanas avotam, kad elektroapgāde ir pārtraukta sakarā ar pamatavota atslēgšanos. Tāpat ARI jāparedz elektrostacijās automātiskai rezerves iekārtas ieslēgšanai, kad atslēgusies pamatiekārtā, ja tas var izsaukt traucējumus tehnoloģiskajā procesā.

ARI tiek lietota arī tad, ja gredzenveida elektrotīkla vietā izmanto radiāli sekcionētus elektrotīklus u.tml., lai samazinātu īsslēgumu strāvas un elektroiekārtas izmaksas, kā arī vienkāršotu aizsardzības ierīces.

ARI iespējams paredzēt transformatoriem, elektrolīnijām, sekcijslēdžiem un sajūgslēdžiem, elektrodzinējiem un citām elektroiekārtām.

4.3.2. ARI jāpalaižas pēc pamatbarošanas avota jaudas slēdža atslēgšanās. Šajā gadījumā ARI, parasti bez laika aiztures, ieslēdz rezerves barošanas avota jaudas slēdzi (skatīt arī 4.3.12. p.).

Jāparedz ARI darbība pēc sprieguma pazušanas no pamatbarošanas avota puses, izmantojot minimālsprieguma un maksimālsprieguma aizsardzības. Šajā gadījumā minimālsprieguma aizsardzība, parasti ar laika aizturi, atslēdz barošanas avota jaudas slēdzi un ieslēdz rezerves barošanas avota jaudas slēdzi (skatīt arī 4.3.4. p.). Ja pieļaujams izmantot ARI ar laika aizturi lielāku par pamatbarošanas avota elektrotīkla elementu AAI laika aizturēm, jāparedz iespējas atjaunot spriegumu no pamatbarošanas avota puses ar AAI darbību, pirms ARI darbības (skatīt arī 4.3.13. p.).

4.3.3. ARI darbībai jābūt vienkārtējai. Pēc rezerves barošanas avota jaudas slēdža ieslēgšanas uz īsslēgumu, ARI atkārtota darbība nav pieļaujama.

ARI nav jādarbojas, ja pamatbarošanas avota jaudas slēdža atslēgšanos vai barošanas avota sprieguma pazušanu izraisīja īsslēgums elektroiekārtā, kurai ar ARI jāatjauno spriegums.

4.3.4. ARI darbības nodrošināšanai pie sprieguma pazušanas, ja atslēdzas pamatbarošanas avots vai pārtraukta elektrosaite ar šo avotu, jāparedz ARI ar spriegumu kontrolēm. ARI jādarbojas, kā norādīts 4.3.2. p., minimālsprieguma aizsardzībai, konstatējot sprieguma neesamību pamatbarošanas avota pusē, un maksimālsprieguma aizsardzībai konstatējot sprieguma esamību rezerves barošanas avota pusē.

ARI darbība pie sprieguma pazušanas nav jāparedz, ja pamatbarojošam pievienojumam un rezervē esošam pievienojumam ir viens barošanas avots, piemēram, pamatbarojošais un rezervē esošais transformators baro no vienas sekcijas.

Ieteicams ar minimālsprieguma aizsardzību kontrolēt sprieguma neesamību visās fāzēs, lai novērstu rezerves barošanas avota ieslēgšanos, ja notika pamatbarošanas avota jaudas slēdža nepilnfāžu atslēgšanās, kā arī novērstu nesinhronu ieslēgšanos ar elektrotīklam pievienotiem sinhronajiem ģeneratoriem un kompensatoriem, ja pēc pamatbarošanas avota atslēgšanas elektrotīklā ar izolētu, kā arī kompensētu caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli paliek zemesslēgums vienā fāzē. Sprieguma esamība jākontrolē vismaz vienā fāzē elektrotīklā ar cieši vai mazrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, kurā nav iespējams darba režīms ar vienfāzes īsslēgumu uz zemi, un trīs fāzēs elektrotīklā ar

izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, kurā ir iespējams darba režīms ar zemesslēgumu vienā fāzē.

4.3.5. Transformatoriem un elektrolinijām, lai paātrinātu ARI darbību, ieteicams paredzēt aizsardzības iedarbi uz pamatbarojošā pievienojuma visu jaudas slēdžu atslēgšanu, piemēram, atslēdzot no 110 kV KDA 110/20/6 kV pamatbarojošā transformatora visus jaudas slēdžus. Gadījumos, kad nepieciešams nodrošināt elektrostaciju pašpatēriņa ātrāku barošanas atjaunošanu, ja atslēdzas pamatbarojošā pievienojuma jaudas slēdzis barošanas pusē, jānodrošina nekavējoša pamatbarojošā pievienojuma pārējo jaudas slēdžu atslēgšana.

4.3.6. Minimālsprieguma aizsardzības (skatīt 4.3.4. p.) nostrādes spriegums jāizvēlas tā, lai aizsardzība nenotrādātu elektrodzinēju pašpalaišanās laikā, kā arī pazeminoties spriegumam pie tāliem īsslēgumiem elektrotīklā. Maksimālsprieguma aizsardzības nostrādes spriegums jāizvēlas, ievērojot rezerves barošanas avota minimāli iespējamo darba spriegumu. ARI laika aizturei, darbojoties pie sprieguma pazušanas, jābūt lielākai par ārējo īsslēgumu atslēgšanas laiku, pie kuriem sprieguma pazemināšanās var izsaukt minimālsprieguma aizsardzības nostrādi, un lielākai par AAI laika aizturi barošanas avota pusē.

Minimālsprieguma aizsardzība jāizveido tā, lai tas nepareizi nenotrādātu, izdegot vienas fāzes drošinātājam spriegummaiņa augstākā vai zemākā sprieguma pusē. Ja spriegummaiņa zemākā sprieguma pusē ir aizsargslēdzis, tam atslēdzoties, minimālsprieguma aizsardzība jābloķē.

4.3.7. Lietojot minimālsprieguma palaišanu ir iespējama ARI nostrādes laika nepieļaujama palielināšanās, piemēram, gadījumos, kad ievērojama slodzes daļa ir sinhronie elektrodzinēji un to atslēgšanas laiks, pazūdot spriegumam no barošanas avota, ir pietiekami liels. Šādos gadījumos ieteicams lietot papildu ARI palaišanu: pazūdot strāvai, pazeminoties frekvencei, mainoties jaudas virzienam u.c.

Lietojot ARI palaišanu pie frekvences pazemināšanās ar laika aizturi, tai jādarbojas, pazeminoties frekvencei pamatbarošanas avota pusē līdz iestatījumam un saglabājoties normālai frekvencei rezerves barošanas avota pusē.

Ja to prasa tehnoloģiskā procesa nosacījumi, rezerves iekārtas automātisku ieslēgšanu var paredzēt pēc citiem parametriem, piemēram, spiediena, līmeņa u.c.

4.3.8. Ja ARI ir paredzēta no vairākiem rezerves barošanas avotiem, tad, tai nostrādājot un ieslēdzot vienu no rezerves barošanas avotiem pēc pamatbarošanas avota atslēgšanās, jā saglabā ARI darbotiespēja no pārējiem rezerves barošanas avotiem.

4.3.9. Izveidojot ARI, jāpārbauda rezerves barošanas avota pārslodzes iespējas un elektrodzinēju pašpalaišanās apstākļi. Ja, nostrādājot ARI, pārslodze ir nepieļaujama vai arī netiek nodrošināta elektrodzinēju pašpalaišanās, pirms ARI jāparedz atslēgšana, pēc iespējas atstājot darbā nozīmīgus elektroenerģijas patērētājus.

4.3.10. Nav pieļaujama ARI darbība, lai rezervētu elektroapgādi elektroenerģijas lietotājiem, kurus atslēgusi AAF. Lai to novērstu, jāveic speciāli pasākumi, piemēram, ARI darbības bloķēšana pie frekvences pazemināšanās uz noteiktu laiku vai līdz frekvences atjaunošanai.

4.3.11. Ja ARI var ieslēgt jaudas slēdzi uz īsslēgumu un ir nepieciešams atslēgt šo īsslēgumu ar ieslēdzamo slēdzi, atbilstoši 3.1.5. p. prasībām šim jaudas slēdzim jāparedz aizsardzības darbības paātrinājums. Aizsardzības paātrinājumam, ieslēdzoties jaudas slēdzim no ARI, nav jānotrādā pie īslaicīgas strāvas nesimetrijas, ko izsauc

nevienmērīga jaudas slēdža fāžu ieslēgšanās, transformatoru magnetizēšanas vai elektrodzinēju palaidēs strāvas. Lai novērstu aizsardzības paātrinājuma nepareizu nostrādi, ja tehniski nav iespējams to izpildīt citādi, var paredzēt minimālu laika aizturi (līdz 300 ms).

Ieslēdzot jaudas slēdzi no ARI, aizsardzības paātrinājumu var neparedzēt, ja pastāv varbūtība no paātrinājuma atslēgt īsslēgumu elektrotīkla tālākā elementā, un ir noteikts, ka šajā gadījumā īsslēgums ir jāatslēdz tālākā elementa aizsardzībai. Šādu atteikšanos no paātrinājuma var lietot, piemēram, ieslēdzot no ARI elektrolīniju, kura ieslēgta virknē ar citu elektrolīniju vai elektrolīnijām.

4.3.12. Ja ARI darbības rezultātā iespējama sinhrono ģeneratoru, sinhrono kompensatoru vai sinhrono elektrodzinēju nesinhrona ieslēgšana, kā arī lai novērstu bojājuma vietas piebarošanu no šīm elektromašīnām, jāparedz elektromašīnu automātiska atslēgšana, pazūdot barošanas spriegumam, ar sekojošu automātisku elektromašīnu ieslēgšanu pēc sprieguma atjaunošanās, ja notikusi sekmīga ARI darbība.

Lai novērstu rezerves barošanas avota ieslēgšanu pirms sinhrono elektromašīnu atslēgšanas, jālieto ARI ar laika aizturi. Ja tas nav pieļaujams pārējai slodzei, tad, to speciāli pamatojot, pirms ARI darbības atļauts atslēgt elektrolīniju, kura savieno pamatbarošanas kopnes ar sinhronajiem elektrodzinējiem.

Apakšstacijās ar sinhronajiem kompensatoriem vai sinhronajiem elektrodzinējiem jāveic pasākumi, lai novērstu nepareizu AAF darbību, darbojoties ARI (skatīt 4.3.10. p. un 4.9.5. p.).

4.3.13. Atjaunojot elektroiekārtas normālo shēmu pēc traucējuma novēršanas un automātikas darbības, savstarpēji jāsaskaņo ARI un AAI darbība. Parasti ARI jādarbojas pamatbarošanas avota iekšējo bojājumu gadījumos, bet AAI – citos gadījumos.

Pēc sekmīgas AAI vai ARI darbības jāpanāk pēc iespējas pilnīgāka elektrotīkla shēmas automātiska atjaunošana.

4.4. Ģeneratoru un citas elektroiekārtas ieslēgšana ar sinhronizāciju

4.4.1. Sinhronie ģeneratori paralēlā darbā ar elektroenerģijas sistēmu jāieslēdz ar precīzo automātisko sinhronizāciju.

Papildus precīzai automātiskai sinhronizācijai var paredzēt rokas precīzo sinhronizāciju ar nesinhronas ieslēgšanas bloķēšanu. Rokas precīzā sinhronizācija jālieto, ja nav darboties spējīga precīzā automātiskā sinhronizācija.

4.4.2. Ģeneratora precīzai automātiskai sinhronizācijai jāparedz precīzās sinhronizācijas ierīce.

Precīzās sinhronizācijas ierīcei jākontrolē šādi sinhronisma kontroles parametri:

- 4.4.2.1.** ģeneratora un elektrotīkla frekvenču starpība (slīde);
- 4.4.2.2.** ģeneratora un elektrotīkla spriegumu starpība;
- 4.4.2.3.** leņķis starp ģeneratora un elektrotīkla spriegumu vektoriem.

4.4.3. Precīzās sinhronizācijas ierīcei jānorāda kontrolējamo parametru maksimāli pieļaujamie lielumi, kā arī jaudas slēdža, ar kuru ģenerators tiek pieslēgts paralēlam darbam ar elektrotīklu, ieslēgšanas laiks.

Ģeneratora sinhronizēšanas laikā precīzās sinhronizācijas ierīcei jādarbojas uz turbīnas apgriezienu regulatoru tā, lai nodrošinātu ģeneratora un elektrotīkla pieļaujamo frekvenču starpību. Pieļaujamā spriegumu starpība jānodrošina ar ģeneratora automātisko sprieguma regulatoru.

Kad ģeneratora un elektrotīkla sinhronisma kontroles parametri ir pieļaujamās robežās, precīzās sinhronizācijas ierīce, ievērojot jaudas slēdža ieslēgšanas laiku un frekvenču starpības lielumu (slīdes lielumu) ar tās zīmi, padod apstaidzošu komandu uz jaudas slēdža ieslēgšanu, lai nodrošinātu slēdža ieslēgšanos pie leņķa starp spriegumu vektoriem tuvu nullei.

4.4.4. Ģeneratora rokas precīzai sinhronizācijai jāparedz mērinstrumenti ģeneratora un elektrotīkla spriegumu parametru vizuālai kontrolei, kā arī elektroierīce, kura automātiski bloķē komandu uz jaudas slēdža ieslēgšanu, ja leņķis starp šiem spriegumu vektoriem ir lielāks par pieļaujamo. Par pieļaujamu parasti tiek pieņemts leņķis līdz 20°.

Rokas precīzai sinhronizācijai paredzētie mērinstrumenti un elektroierīces leņķa noteikšanai jāpieslēdz ģeneratora un elektrotīkla sekundārajām sprieguma ķēdēm tieši pirms sinhronizācijas veikšanas ar speciāli šim nolūkam paredzētu pārslēdzi. Manuāli padodot komandas uz turbīnas apgriezienu regulatoru, jāpanāk minimāla ģeneratora un elektrotīkla frekvenču starpība. Manuāli padodot komandu uz jaudas slēdža ieslēgšanu ģeneratora pieslēgšanai paralēlam darbam ar elektrotīklu, jānodrošina slēdža ieslēgšana ar leņķi starp spriegumu vektoriem tuvu nullei.

4.4.5. Elektrolīniju, transformatoru un kopņu jaudas slēdži, kuri paredzēti atsevišķu elektroenerģijas sistēmas daļu sinhronizācijai, jāieslēdz ar spriegumu un sinhronisma kontrolēm.

Jaudas slēdžu AAI spriegumu un sinhronisma kontroles jāizpilda, ievērojot 4.2.10. p. norādījumus.

Jaudas slēdžu ieslēgšanai no vadības jālieto spriegumu un sinhronisma kontroles, analogas lietotām AAI (skatīt 4.2.10. p.). Nepieciešamās spriegumu kontroles jāizvēlas, ievērojot konkrētus apstākļus un prasības elektroiekārtas ieslēgšanai.

4.5. Ierosmes, sprieguma un reaktīvās jaudas automātiskā regulēšana

4.5.1. Ierosmes, sprieguma un reaktīvās jaudas automātiskās regulēšanas ierīces paredzētas, lai:

4.5.1.1. nodrošinātu uzdoto spriegumu līmeņus pieslēguma punktā atbilstoši aplēstajiem lielumiem elektroenerģijas sistēmas normālam darba režīmam;

4.5.1.2. sadalītu reaktīvo slodzi reaktīvās jaudas avotu starpā;

4.5.1.3. palielinātu elektriskās sistēmas statisko un dinamisko stabilitāti un slāpētu svārstības pārejas procesu laikā.

4.5.2. Sinhronajām elektromašīnām (ģeneratoriem, kompensatoriem, elektrodzinējiem) jāparedz automātiskā ierosmes strāvas regulēšana ar automātiskiem sprieguma regulatoriem. Regulatoriem jāatbilst normatīviem dokumentiem un PSO vai SSO prasībām.

4.5.3. Hidroģeneratoru automātiskie sprieguma regulatori jāneregulē tā, lai nenostādātu aizsardzība pie sprieguma paaugstināšanās, noņemot aktīvo slodzi, ja nav bojāts turbīnas ātruma regulators.

4.5.4. Sinhronajiem ģeneratoriem ar 5 MW un lielāku jaudu un kompensatoriem ar 5 MVar un lielāku jaudu jāparedz ātrdarbīgie automātiskie sprieguma regulatori. Mazākas jaudas sinhronajām elektromašīnām šādi regulatori jāparedz, ja to pieprasa PSO vai SSO.

4.5.5. Ierosmes sistēmai un automātiskajiem sprieguma regulatoriem jānodrošina stabila ierosmes strāvas regulēšana intervālā no minimāli pieļaujamās līdz maksimāli pieļaujamajai vērtībai. Sinhronajiem kompensatoriem ar ierosmes sistēmu bez strāvas virziena maiņas jānodrošina ierosmes strāvas regulēšana, sākot ar strāvu, kas tuva nullei, bet kompensatoriem ar ierosmes sistēmu, kurā tiek mainīts strāvas virziens, jānodrošina strāvas regulēšana abos virzienos no nulles līdz maksimāli pieļaujamām strāvas vērtībām.

Sinhronajām elektromašīnām, kuras strādā blokā ar transformatoru, jāparedz sprieguma zudumu strāvas kompensācija transformatorā.

4.5.6. Elektroenerģijas parka moduļiem ar 5 MW un lielāku jaudu un jāparedz automātiskā sprieguma regulēšana.

4.5.7. Elektrostaciju pašpatēriņa un apakšstaciju transformatori ir jāapgādā ar RZS un automātiskiem sprieguma regulatoriem, kas uzturētu konstantu spriegumu vai mainītu to atbilstoši uzdotiem lielumiem. Ja nepieciešams, automātiskajiem sprieguma regulatoriem jānodrošina pretfāzes sprieguma regulēšana.

Apakšstacijās, kur transformatori, autotransformatori ar RZS un automātiskiem sprieguma regulatoriem darbojas paralēli, ir jāizveido grupveida sprieguma regulēšana, lai nepieļautu izlīdzinošo strāvu plūsmas starp transformatoriem. Šim nolūkam jāparedz atsevišķa automātika vai attiecīga funkcija apakšstacijas automātiskā vadības sistēmā.

4.5.8. Šuntētājreaktori un kondensatoru baterijas ir jāapgādā ar reaktīvās jaudas regulēšanas automātiku nolūkā nodrošināt elektrotīkla sprieguma kvalitāti. Automātikai, atkarībā no sprieguma līmeņa, jādarbojas uz šuntētājreaktora sprieguma regulatoru RZS, ja tāds ir paredzēts, vai uz šuntētājreaktora un kondensatoru baterijas automātisku ar laika aizturi ieslēgšanu, atslēgšanu.

4.6. Frekvences un aktīvās jaudas automātiskā regulēšana

4.6.1. Frekvences un aktīvās jaudas automātiskās regulēšanas sistēmas paredzētas, lai:

4.6.1.1. piedalītos frekvences regulēšanā vairāku elektroenerģijas sistēmu apvienībā, uzturētu frekvenci pieļaujamās robežās atbilstoši elektroenerģijas kvalitātes prasībām izolētā elektroenerģijas sistēmā vai reģionā;

4.6.1.2. nodrošinātu apmaiņas jaudas lielumu starp elektroenerģijas sistēmām vai elektroenerģijas sistēmu apvienībām un nepieciešamības gadījumā ierobežotu aktīvās jaudas plūsmas elektroenerģijas sistēmas iekšējās un pārrobežu elektropārvades līnijās;

4.6.1.3. regulētu jaudu sadalījumu starp visu līmeņu dispečervadības objektiem (starp elektroenerģijas sistēmām, starp elektroenerģijas sistēmas elektrostacijām vai starp elektroenerģijas ražošanas moduļiem elektrostacijās).

4.6.2. Frekvences un aktīvās jaudas automātiskās regulēšanas sistēmās jāparedz attiecīgie algoritmi un elektroierīces (tajā skaitā elektronisko sakaru ierīces):

4.6.2.1. faktiskā darba režīma mērīšanai elektrostacijās un apakšstacijās, kā arī režīma novirzes no uzdotā;

4.6.2.2. automātiskai frekvences regulēšanai, apmaiņas jaudu lielumu automātiskai ierobežošanai starp elektroenerģijas sistēmām elektroenerģijas sistēmas PSO dispečeru darba vietās;

4.6.2.3. frekvences un aktīvās jaudas automātiskās regulēšanas sistēmu uzdevumu sadalei starp dispečervadības objektiem;

4.6.2.4. jaudas plūsmu ierobežošanai elektropārvades līnijās elektroenerģijas sistēmas PSO dispečeru darba vietās;

4.6.3. Hidroelektrostacijas, kuru hidroagregātu efektivitāti nosaka režīms ūdenskrātuvēs, ieteicams vadīt ar automātiskiem aktīvās jaudas regulatoriem, kas atkarībā no apstākļiem izvēlas optimālo hidroagregāta aktīvās jaudas režīmu, ja to pieļauj frekvences regulēšanas prasības.

4.6.4. Frekvences un aktīvās jaudas automātiskās regulēšanas sistēmām jābūt adaptīvām konkrētam darba režīmam, jāparedz iespēja operatīvi izmainīt regulēšanas parametrus. Tās jāapgādā ar algoritmu, signalizācijas, aizsardzības un bloķēšanas elementiem, kas nepieļautu to nepareizu darbību, ja rodas normāla darba režīma traucējumi vai pašu ierīču bojājumi, kā arī lai novērstu tādas darbības, kas varētu bloķēt vai kavēt automātikas darbību.

Termoelektrostacijās frekvences un aktīvās jaudas automātiskās regulēšanas ierīcēm jāparedz bloķēšanas elementi, kas nepieļautu tehnoloģisko parametru izmaiņu, ko izsaukusi šo ierīču darbība uz elektroenerģijas ražošanas moduļiem, ārpus pieļaujamajām robežām.

Jāparedz iespēja manuāli vadīt elektroenerģijas ražošanas moduļus, kuri iesaistīti frekvences un aktīvās jaudas regulēšanā, ja automātiskā vadība nav iespējama.

4.6.5. Elektroniskajiem sakariem jānodrošina informācijas nodošana par aktīvās jaudas plūsmām elektroenerģijas sistēmas iekšējās un starp elektroenerģijas sistēmām pārrobežu elektropārvades līnijās, vadības uzdevumu pārraidi no frekvences un aktīvās jaudas automātiskās regulēšanas sistēmām uz vadības objektiem, kā arī nepieciešamās informācijas pārraidi no/uz augstākstāvošo operatīvās vadības līmeni.

4.7. Automātiskā stabilitātes traucējumu novēršana

4.7.1. Automātiskās elektroenerģijas sistēmas stabilitātes traucējumu novēršanas ierīces jālieto tur, kur tas ir tehniski lietderīgi, lai saglabātu dinamisko stabilitāti un nodrošinātu normatīvo statiskās stabilitātes rezervi pēcavāriju režīmos.

Automātiskās stabilitātes traucējumu novēršanas ierīču darbību var paredzēt šādos gadījumos:

4.7.1.1. ja elektrotīkla remonta shēmā vai darba režīmā ar lielām jaudas plūsmām elektrolīnijās atslēdzas elektrolīnija pie vienfāzes īsslēguma uz zemi un VAAI ciklā rodas pārslodze uz palikušām elektropārvades līnijām. Pieļaujams lietot automātikas ierīces šādu bojājumu gadījumos arī tad, kad elektroenerģijas sistēmā

ir normāla shēma un režīms, ja stabilitātes traucējums, atsakot automātikai, nevar izsaukt elektroenerģijas sistēmas slodzes atslēgšanos lielos apjomos, piemēram, automātiskās atslodzes pēc frekvences pazemināšanās (AAF) darbības rezultātā;

4.7.1.2. ja elektrotīkla normālā vai remonta shēmā atslēdzas elektrolīnija pie starpfāžu īsslēguma un rodas pārslodze uz palikušām elektropārvades līnijām. Reti iespējamais darba režīms ar lielām jaudas plūsmām elektrolīnijās pieļaujams neievērot;

4.7.1.3. ja īsslēguma gadījumā notiek jaudas slēdža atteice un nostrādā SBA normālā elektroenerģijas sistēmas darba režīmā un normālā elektrotīkla shēmā;

4.7.1.4. sadaloties elektroenerģijas sistēmai nesinhroni strādājošās daļās;

4.7.1.5. pie ievērojama aktīvās jaudas deficīta vai pārpalikuma avārijas situācijā kādā no elektroenerģijas sistēmas daļām;

4.7.1.6. nostrādājot AAI normālā elektroenerģijas sistēmas darba režīmā un normālā elektrotīkla shēmā, ja šāda darbība var izsaukt sinhronās jaudas svārstības pa elektrolīniju.

4.7.2. Automātiskās stabilitātes traucējumu novēršanas ierīces, vienojoties par to PSO vai SSO ar elektrostaciju, elektroenerģijas lietotāju, var:

4.7.2.1. atslēgt atsevišķus ģeneratorus hidroelektrostacijās un, nepieciešamības gadījumā, ģeneratorus termoelektrostacijās;

4.7.2.2. palaist atsevišķus vai visus ģeneratorus hidroelektrostacijās;

4.7.2.3. ātri samazināt vai palielināt tvaika turbīnu slodzi siltumtehnikā iekārtai pieļaujamajās robežās bez sekojošas automātiskas iepriekšējā slodzes līmeņa atjaunošanas;

4.7.2.4. ātri samazināt vai palielināt hidroturbīnu slodzi pieļaujamajās robežās bez sekojošas automātiskas iepriekšējā slodzes līmeņa atjaunošanas;

4.7.2.5. atslēgt, ja tas ir nepieciešams, daļu elektroenerģijas lietotāju, kam īslaicīgs elektroapgādes pārtraukums ir pieļaujams (AAF speciālā kārtā);

4.7.2.6. dalīt elektroenerģijas sistēmu (ja iepriekšējie pasākumi nav bijuši pietiekami);

4.7.2.7. īslaicīgi samazināt tvaika turbīnu vai hidroturbīnu slodzi ar sekojošu automātisku iepriekšējā slodzes līmeņa atjaunošanu.

4.7.3. Automātiskās stabilitātes traucējumu novēršanas ierīces var mainīt kapacitatīvo garenkompensācijas un šķērskompensācijas ierīču un citu elektroiekārtu, piemēram, šuntētājreaktoru, kondensatoru bateriju, ģeneratoru automātisko ierosmes regulatoru u.tml. darba režīmus. Elektrotīkla bojājumu gadījumos, kuri norādīti 4.7.1.1. p. un 4.7.1.2. p., samazināt elektrostaciju aktīvo jaudu vēlams tikai tādos gadījumos un tādā apjomā, kas novērš automātiskās frekvences atslodzes nostrādi vai citas nevēlamas sekas.

4.7.4. Automātiskās stabilitātes traucējumu novēršanas elektroierīču iedarbju apjoms (piemēram, atslēdzamo ģeneratoru vai turbīnu atslodzes jauda) jānosaka atbilstoši traucējuma intensitātei (piemēram, aktīvās jaudas samazinājumam elektropārvades līnijā īsslēguma gadījumā un tā ilgumam) vai pārejas procesa intensitātei, ko

elektroierīces fiksē automātiski, kā arī sākuma režīmam, tuvam maksimāli pieļaujamam, kas arī jāfiksē automātiski vai, izņēmuma kārtā, manuāli.

4.8. Automātiskā asinhronā režīma novēršana un pārtraukšana

4.8.1. Asinhronā režīma novēršanai un pārtraukšanai jālieto automātikas ierīces, kuras atšķir asinhrono režīmu no sinhronām svārstībām, īsslēgumiem vai citiem nenormāliem darba režīmiem.

Minētās automātikas ierīces pēc iespējas jāizveido tā, lai to darbība pirmām kārtām nodrošinātu stabilu pēcavārijas režīmu, piemēram:

4.8.1.1. veicinātu ātru turbīnu slodzes palielināšanu, hidroģeneratoru palaišanu vai daļēju elektroenerģijas lietotāju atslēgšanu tajā elektroenerģijas sistēmas daļā, kur izveidojies aktīvās jaudas deficīts;

4.8.1.2. samazinātu ģenerējošo jaudu, iedarbojoties uz turbīnu ātruma regulatoriem vai atslēdzot atsevišķus ģeneratorus tajā elektroenerģijas sistēmas daļā, kur izveidojies aktīvās jaudas pārpalikums.

4.8.2. Automātiskā elektroenerģijas sistēmas dalīšana, lai pārtrauktu asinhrono režīmu, jālieto gadījumos, ja 4.8.1. p. minētie pasākumi nenodrošina pēcavārijas režīma stabilizāciju. Dalīšana jāparedz vienā elektriskā šķēlumā, atslēdzot elektrotīkla 330 kV un 110 kV elektropārvades līnijas paredzētā elektriskā šķēlumā.

330 kV elektrotīklā asinhrons režīms nav pieļaujams. 110 kV elektrotīklā resinhronizācija ir pieļaujama, bet, ja tā ir saistīta ar elektroenerģijas lietotāju atslēgšanu un ir neefektīva, jālieto dalīšana ar minimālu laika aizturi, nodrošinot stabilitāti pa citām elektrosaitēm un to automātiku selektīvu darbību.

4.8.3. 330 kV un 110 kV elektrolīnijām, kuras darbojas elektriskā gredzenā un savieno sinhroni strādājošas elektroenerģijas sistēmas, jāparedz asinhronā režīma automātika, nelietojot resinhronizācijas iespējas.

Var izmantot automātiku ar tālāk aprakstītu darbības principu. Automātika modelē leņķi, kas ir proporcionāls leņķim starp ģenerējošo avotu ekvivalentiem EDS, izmantojot elektrolīnijas strāvu un spriegumu uzstādīšanas vietā, kā arī iepriekš aprēķinātas elektrotīkla pretestības. Automātikai jādarbojas pie leņķiem starp ekvivalentiem EDS robežās no 80° – 120° nolūkā novērst elektroenerģijas ražošanas moduļu asinhrono darbības režīmu, ievērojot 4.8.1. p. un 4.8.2. p. prasības.

4.8.4. Ģeneratoru asinhronā režīma aizsardzībai jādarbojas bez laika aiztures uz ģeneratora atslēgšanu no elektrotīkla nolūkā pārtraukt asinhrono režīmu.

4.9. Automātiskā frekvences pazemināšanās ierobežošana

4.9.1. Automātiskā frekvences pazemināšanās ierobežošanas sistēma jāizveido tā, lai elektroenerģijas sistēmā vai elektroenerģijas sistēmu apvienībā aktīvās jaudas deficīta gadījumā frekvence nepazeminātos zemāk par PSO noteiktiem frekvences un laika lielumiem.

4.9.2. Automātiskai frekvences pazemināšanās ierobežošanas sistēmai jādarbojas šādā secībā:

4.9.2.1. automātiski jāieslēdz elektrostaciju aktīvās jaudas rezerve, kura paredzēta darbībai pie frekvences pazemināšanās;

4.9.2.2. jāatslēdz elektroenerģijas lietotāji, darbojoties AAF;

4.9.2.3. jāveic elektroenerģijas lietotāju automātiskā papildu atslodze ar AAF speciālām kārtām, ja pēc AAF darbības ir iespējama frekvences tālāka pazemināšanās;

4.9.2.4. ja tas ir paredzēts, ar AAIF automātiski jāatjauno no AAF atslēgto elektroenerģijas lietotāju elektroapgāde vai pēc atļaujas saņemšanas no PSO, SSO manuāli jāieslēdz elektroenerģijas lietotāju elektroapgāde;

4.9.2.5. termoelektrostacijas ģeneratoriem automātiski jāatdala no elektroenerģijas sistēmas ar sabalansētu slodzi, pārejot pašpatēriņa vai izolētā režīmā.

4.9.3. Automātiskā elektrostaciju aktīvās jaudas rezerves ieslēgšana, pazeminoties frekvencei, jāaktivizē, lai paātrinātu atslēgto elektroenerģijas lietotāju ieslēgšanu pēc frekvences atjaunošanas, un tā ietver:

4.9.3.1. primārās aktīvās jaudas rezerves automātisku aktivizēšanu termoelektrostacijās;

4.9.3.2. rezervē esošo hidroagregātu automātisku palaišanu;

4.9.3.3. sinhronā kompensatora režīmā strādājošu hidroagregātu automātisku pārslēgšanu aktīvās jaudas ģenerācijas režīmā.

4.9.4. AAF jāparedz ātrdarbīgā AAF-I un lēndarbīgā AAF-II, vai, ja to nosaka PSO, jāparedz tikai ātrdarbīgā AAF. AAF-I un AAF-II jāparedz vairākas kārtas ar dažādiem frekvences un laika aiztures iestatījumiem. Ātrdarbīgai AAF jāparedz vairākas kārtas ar dažādiem frekvences iestatījumiem. Katra kārta atslēdz ierobežotu grupu, ievērojot frekvences pazemināšanās dinamiku šādā veidā:

4.9.4.1. AAF-I kārtas darbojas ar minimālu laika aizturi līdz 500 ms un dažādām nostrādes frekvencēm nolūkā apturēt intensīvu frekvences pazemināšanās procesu;

4.9.4.2. ātrdarbīgas AAF kārtas darbojas ar minimālu 150 ms vai PSO noteiktu lielāku laika aizturi līdz 300 ms un dažādām nostrādes frekvencēm nolūkā apturēt frekvences pazemināšanās procesu;

4.9.4.3. AAF-II kārtas darbojas ar 10 s un lielākām laika aizturēm, kā arī ar dažādām nostrādes frekvencēm nolūkā nepieļaut režīmu ar ilgstoši pazeminātu frekvenci un sekmētu AAIF.

4.9.5. AAF jāveic, galvenokārt, elektroenerģijas sistēmas 110 kV apakšstacijās ar PSO un SSO pazeminošiem 110/20/10 kV (6 kV) transformatoriem, atslēdzot 6 kV – 20 kV atejošus pievienojumus. 6 kV – 20 kV pievienojumiem jāparedz AAF funkcija vai jāizmanto atsevišķa AAF ierīce pievienojumu grupai.

Pieļaujams paredzēt AAF arī PSO vai SSO elektrotīklam pieslēgtiem elektroenerģijas lietotājiem. Šāds AAF izvietojums jāpamato PSO vai SSO, nosakot arī AAF un, ja tas ir paredzēts, AAIF (skatīt 4.9.6. p.) frekvences un laika aiztures iestatījumus.

Parasti vienā apakšstacijā paredz vienu AAF-I kārtu ar vienu nostrādes frekvenci un laika aizturi, un/vai vienu AAF-II kārtu ar vienu nostrādes frekvenci un laika aizturi. Apakšstacijās ar lielu pieslēgtu slodzi var paredzēt arī vairāk par vienu AAF-I un/ vai AAF-II kārtas. Ja apakšstacijā ir paredzēta tikai ātrdarbīgā AAF, tad paredz vairākas AAF kārtas ar dažādām nostrādes frekvencēm un vienu laika aizturi.

AAF kārtu frekvences un laika aiztures iestatījumi jānosaka tā, lai atslēdzamās slodzes apjoms elektroenerģijas sistēmā, elektroenerģijas sistēmu apvienībā pie jebkura reglamentēta aktīvās jaudas deficīta nodrošinātu frekvences samazināšanos apturēšanu paredzētā līmenī. Atslēgšana ir efektīva, ja AAF un automātiskā aktīvās jaudas rezerves ieslēgšana nodrošina frekvences atjaunošanos līdz frekvencei, kurā sākas AAIF vai pieļaujams PSO un SSO sākt no AAF atslēgto elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes atjaunošanu. Ir jānosaka AAF kārtu atslēgšanas secība, lai svarīgākus elektroenerģijas lietotājus atslēgtu pašus pēdējos. Šajā nolūkā elektroenerģijas sistēmā jālieto pēc iespējas lielāks koordinētu AAF ierīču un kārtu skaits.

AAF darbība jāaskaņo ar AAI un ARI ierīču darbību. Nav pieļaujama AAF apjoma samazināšana ar ARI darbību vai personāla rīcību.

Jālieto tehniskie pasākumi, lai novērstu AAF-I un ātrdarbīgo AAF kārtu nepareizu nostrādi rotējošo elektrodzinēju ietekmē, tiem zaudējot saiti ar elektroenerģijas sistēmu.

4.9.6. Automātiskās papildu atslodzes ierīces (speciālās AAF kārtas) jālieto elektroenerģijas sistēmā vai elektroenerģijas sistēmas daļā, kurā iespējams sevišķi liels aktīvās jaudas deficīts, tam izdaloties izolētā režīmā, un ātrdarbīgas AAF vai AAF-I kārtas nav pietiekošas pēc atslodzes apjoma.

Nepieciešamību izveidot automātisko papildu atslodzi, tās apjomu, kā arī nostrādes faktorus (barojošo elementu atslēgšanās, ģeneratoru aktīvās jaudas strauja samazināšanās, elektrostaciju atslēgšanās u.tml.) nosaka PSO.

4.9.7. Pēc AAF-I, AAF-II darbības jāparedz AAIF. Tā jālieto, lai samazinātu elektroapgādes pārtraukuma laiku, ja, veicot aktīvās jaudas rezerves ieslēgšanu vai sinhronizāciju pa 330 kV elektrolīnijām, ir atjaunots normāls elektroenerģijas sistēmas režīms.

AAIF jāparedz vairākas kārtas ar vienādu frekvences iestatījumu un dažādiem ieslēgšanas laiku iestatījumiem.

AAIF jāparedz visiem pievienojumiem, kuri tiek atslēgti no AAF-I un AAF-II. AAIF izveido tajās pašās elektroierīcēs, kurās izveidota AAF. Ieslēdzamie no AAIF pievienojumi jāsadala pa AAIF kārtām, ņemot vērā prasīto elektroapgādes drošuma pakāpi, to atslēgšanas varbūtību, nostrādājot AAF, iespējas un pieļaujamo laiku elektroapgādes atjaunošanai. Slodzes ieslēgšanas secībai no AAIF jābūt pretējai, salīdzinot ar AAF nostrādes secību.

Parasti vienā apakšstacijā paredz vienu AAIF kārtu. Apakšstacijās ar lielu pieslēgtu slodzi pieļaujams paredzēt arī vairāk par vienu AAIF kārtu.

4.9.8. Termoelektrostacijas vai tās ģeneratoru nodalīšanai ar sabalansētu slodzi, ģeneratoru nodalīšanai termoelektrostaciju pašpatēriņa barošanai, pazeminoties vai paaugstinoties (skatīt 4.10.2. p.) elektroenerģijas sistēmas vai elektroenerģijas sistēmu apvienības frekvencei, jāparedz frekvences dalīšanas automātika, lai:

4.9.8.1. saglabātu termoelektrostacijas pašpatēriņu;

4.9.8.2. novērstu pilnīgu termoelektrostacijas apturēšanu, kad atteikusi vai nav bijusi pietiekoši efektīva AAF.

Piezīme 1: Izvēloties dalīšanas automātikas frekvences un laika aiztures iestatījumus, pazeminoties frekvencei, jāņem vērā ģeneratoru un turbīnu pieļaujamo darbības laiku šādā režīmā. Pieļaujamo laiku nosaka ģeneratoru un turbīnu ražotājs. Pieļaujamo laiku ierobežo arī elektroiekārtas iespējas nodrošināt elektrostacijas tehnoloģisko procesu pie pazeminātām frekvencēm.

Piezīme 2: Laiku turbīnai darbojoties ar pašpatēriņa slodzi nosaka turbīnas ražotājs un siltuma ražošanas tehnoloģiskā procesa iespējas, ievērojot nelielu pašpatēriņa elektrisko slodzi salīdzinājumā ar ģeneratora nominālo slodzi.

4.9.9. Nepieciešamību lietot automātisku papildu atslodzi (speciālās AAF kārtas), atslēdzamās (darbojoties AAF) un ieslēdzamās (darbojoties AAIF) slodzes apjomus un kārtas, laika aiztures, frekvences un citu kontrolējamu parametru AAF un AAIF iestatījumus aplēš PSO.

4.10. Automātiskā frekvences paaugstināšanās ierobežošana

4.10.1. Lai novērstu nepieļaujamu frekvences paaugstināšanos elektrostacijās tehnoloģisko traucējumu situācijās, kuras rodas elektrostacijai, elektroenerģijas sistēmai vai elektroenerģijas sistēmas daļai režīmā ar nesabalansētu slodzi, jālieto automātikas ierīces frekvences regulēšanai. Šo ierīču iestatījumam un iedarbju apjomiem jābūt savstarpēji koordinētiem, atslēdzot ģeneratorus vai samazinot aktīvo jaudu hidroelektrostacijām, termoelektrostacijām, elektroenerģijas parka moduļiem.

4.10.2. Saglabājoties frekvencei virs nepieļaujamā lieluma pēc hidroelektrostaciju ģeneratoru, elektroenerģijas parka moduļu atslogošanas vai atslēgšanas un termoelektrostaciju ģeneratoru atslogošanas, jāparedz elektroiekārtas, kas nodala no elektroenerģijas sistēmas termoelektrostacijas pašpatēriņa barošanai. Šādas termoelektrostacijas frekvences dalīšanas automātikas (skatīt 4.9.8. p.), paaugstinoties elektroenerģijas sistēmas frekvencei, jāparedz, lai:

4.10.2.1. saglabātu termoelektrostacijas pašpatēriņu;

4.10.2.2. novērstu pilnīgu termoelektrostacijas apturēšanu, kad atteikusi vai nav bijusi pietiekami efektīva automātiskā frekvences paaugstināšanās ierobežošana;

4.10.2.3. nodrošinātu ātru termoelektrostacijas sinhronizēšanos ar elektroenerģijas sistēmu, kad tā sasniegs atbilstošus frekvences parametrus.

Piezīme: Frekvences dalīšanas automātikas nostrādes frekvences un laika aiztures iestatījumus, paaugstinoties frekvencei, jāizvēlas, ievērojot ģeneratoru un turbīnu ražotāju noteiktos ierobežojumus.

4.11. Automātiskā sprieguma pazemināšanās ierobežošana

4.11.1. Automātiskās sprieguma pazemināšanās ierobežošanas ierīces jāparedz, lai novērstu elektrotīkla un elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes stabilitātes traucējumus, kā arī sprieguma lavīnas veidošanos elektroenerģijas sistēmā pēcavārijas režīmā.

Automātiskās sprieguma pazemināšanās ierobežošanas ierīcēm jākontrolē sprieguma lielums, kā arī citi parametri, piemēram, lai panāktu ātrdarbīgumu var kontrolēt arī sprieguma pazemināšanās ātrumu u.c.

4.11.2. Automātiskai sprieguma pazemināšanās ierobežošanai jāparedz šādas darbības:

- 4.11.2.1.** elektroenerģijas lietotāju atslēgšana, darbojoties AASP pie sprieguma pazemināšanās;
- 4.11.2.2.** šuntētājreaktoru atslēgšana;
- 4.11.2.3.** kondensatoru bateriju ieslēgšana;
- 4.11.2.4.** atsevišķos gadījumos 110 kV vai 330 kV elektrolīniju ieslēgšana vai atslēgšana;
- 4.11.2.5.** rezervē esošo hidroagregātu palaišana;
- 4.11.2.6.** sinhrono elektromašīnu (ģeneratoru, kompensatoru un elektrodzinēju) ierosmes automātiskā regulēšana;
- 4.11.2.7.** elektroenerģijas parka moduļu automātiskā sprieguma regulēšana.

Piezīme: Jāparedz no AASP atslēgto elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes atjaunošana pēc sprieguma līmeņa atjaunošanas (AAI pēc sprieguma atjaunošanās AAISP).

4.11.3. Sinhrono ģeneratoru un kompensatoru ierosmes automātiskā regulēšana, kā arī elektroenerģijas parka moduļu automātiskā sprieguma regulēšana pārvades elektrotīklos ierobežo sprieguma pazemināšanos uz elektrostacijas 330 kV vai 110 kV kopnēm pie īsslēgumiem, veicinot statiskās un dinamiskās stabilitātes paaugstināšanu pārvades elektrotīklā.

Sinhrono ģeneratoru, kompensatoru un elektrodzinēju ierosmes automātiskā regulēšana, kā arī elektroenerģijas parka moduļu automātiskā sprieguma regulēšana sadales elektrotīklos ierobežo sprieguma pazemināšanos uz sadales elektrotīkla 20 kV, 10 kV vai 6 kV kopnēm pie īsslēgumiem elektrotīklā, veicinot elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes stabilitātes paaugstināšanu.

Normālā režīmā sinhronie ģeneratori un kompensatori regulē elektrotīkla spriegumu to pieslēgšanas vietā atbilstoši automātisko spriegumu regulatoru iestatījumiem.

4.11.4. AASP novērš sprieguma lavīnas veidošanos elektroenerģijas sistēmā pēcavārijas režīmā, ja, atslēdzoties barojošām elektrolīnijām vai elektrostacijām, rodas režīms ar reaktīvās jaudas deficītu un pazeminātu spriegumu pārvades elektrotīklā. AASP jāparedz vairākas kārtas ar vienādu sprieguma iestatījumu un dažādiem laika aiztures iestatījumiem. Parasti AASP darbojas ar laika aizturēm 0,5 s – 5 s. Sprieguma iestatījumus nosaka robežās $0,75 U_n - 0,95 U_n$. Katra kārtā atslēdz nelielu elektroenerģijas lietotāju grupu, lai pēc iespējas samazinātu zaudējumus, kas saistīti ar elektroapgādes pārtraukumu.

AASP jāveic, galvenokārt, elektroenerģijas sistēmas 110 kV apakšstacijās ar PSO un SSO pazeminošiem 110/20/10 kV (6 kV) transformatoriem, atslēdzot 6 kV – 20 kV atejošus pievienojumus. Šajā nolūkā 6 kV – 20 kV pievienojumiem jāparedz AASP funkcija vai jāizmanto atsevišķa AASP ierīce.

Pieļaujams izvietot AASP ierīci arī PSO vai SSO elektrotīklam pieslēgtiem elektroenerģijas lietotājiem. Šāds AASP izvietojums jāpamato PSO vai SSO, nosakot arī AASP un AAISP (skatīt 4.11.5. p.) nostrādes parametrus.

Parasti vienā apakšstacijā paredz vairākas AASP kārtas.

AASP kārtu sprieguma un laika aiztures iestatījumi jānosaka tā, lai atslēdzamās elektroenerģijas lietotāju slodzes apjoms pie iespējama reaktīvās jaudas deficīta nodrošinātu sprieguma atjaunošanas efektivitāti. Sprieguma atjaunošana ir efektīva, ja AASP un pārējie norādītie 4.11.2. p. pasākumi nodrošina sprieguma atjaunošanos līdz tādām līmenim, pie kura sākas AAISP. Ir jānosaka elektroenerģijas lietotāju atslēgšanas secība, lai svarīgākus elektroenerģijas lietotājus atslēgtu pašus pēdējos. Šajā nolūkā jālieto lielāks AASP ierīču un kārtu skaits.

AASP darbība jāaskaņo ar AAI un ARI ierīču darbību. Nav pieļaujama AASP apjoma samazināšana ar ARI darbību, vai nesaskaņotu ar PSO personāla rīcību.

4.11.5. Pēc AASP darbības jāparedz AAISP. Tā jālieto nolūkā samazināt elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes pārtraukuma laiku, kad, veicot norādītus 4.11.2. p. pasākumus, ir atjaunots normāls spriegums elektrotīklā.

AAISP jāparedz vairākas kārtas ar vienādu sprieguma iestatījumu un dažādiem ieslēgšanas laika aiztures iestatījumiem. Parasti AAISP iestatījums tiek pieņemts robežās $0,91 U_n - 0,95 U_n$, izmantojot sprieguma relejus ar atgriešanas koeficientu tuvu 1.

AAISP jāparedz visiem pievienojumiem, uz kuriem ir paredzēta AASP. AAISP paredz tajās pašās AASP ierīcēs. Ieslēdzamā no AAISP slodze vienā apakšstacijā jāsadala pa AAISP kārtām, kas ņem vērā elektroenerģijas lietotāju svarīgumu, to atslēgšanas varbūtību, darbojoties AASP, iespējas un laiku elektroapgādes atjaunošanai. Slodzes ieslēgšanas secībai no AAISP jābūt pretējai, salīdzinot ar AASP darbības secību.

4.11.6. 330 kV un 110 kV elektrotīkla mezglos, kuros ir nepieciešams veikt sprieguma regulēšanu un kuros nav iespējama sprieguma regulēšana, izmantojot sinhronos ģeneratorus un kompensatorus (skatīt 4.11.3. p.), jāizmanto šuntētājreaktori un kondensatoru baterijas ar automātisku vadību reaktīvās jaudas regulēšanai. Automātikai jādarbojas ar relatīvi lielām, no 90 s līdz dažām minūtēm, laika aizturēm, pazeminoties vai paaugstinoties spriegumam līdz uzdotam iestatījumam.

330 kV šuntētājreaktorus pievieno 330 kV kopnēm, 10 kV šuntētājreaktorus parasti pievieno 330/110/10 kV autotransformatora terciālam 10 kV tinumam, bet kondensatoru baterijas – 110 kV kopnēm. Parasti paredz vairākus šuntētājreaktorus un/vai kondensatoru baterijas vienā elektrotīkla mezglā nolūkā samazināt sprieguma regulēšanas pakāpes lielumu.

Automātikai jāparedz noteikta darbības secība, pazeminoties spriegumam līdz nostrādes iestatījumam, sākumā atslēdzot 10 kV šuntētājreaktorus un pēc tam, ja turpinās režīms ar pazeminātu spriegumu, ieslēdzot kondensatoru baterijas.

Tāpat automātikai jāparedz noteikta darbības secība, paaugstinoties spriegumam – sākumā atslēdzot kondensatoru baterijas, bet pēc tam, ja turpinās režīms ar paaugstinātu spriegumu, ieslēdzot 10 kV šuntētājreaktorus.

Nepieciešamības gadījumā (skatīt 4.11.7. p.) automātika jābloķē, nostrādājot citām automātikām, kamēr elektrotīklā neatjaunojas normāls darba spriegums. Šajā gadījumā jāparedz manuāla vai automātiska reaktīvās jaudas regulēšanas automātikas ieslēgšana pēc tās bloķēšanas.

4.11.7. Atsevišķos gadījumos jāparedz 110 kV vai 330 kV elektrolīniju, kuras pēcapārijas režīmā vai remonta shēmā radiāli baro pieslēgtu tām slodzi, automātiska atslēgšana bez sekojošas AAI nolūkā novērst pilnīgu barošanas zaudēšanu pārvades elektrotīkla mezglam, ja atslēdzoties vienai no barojošām mezglu elektrolīnijai, palikušajās elektrolīnijās rodas strāvas pārslodze, un cita veida pasākumi nenovērš šo pārslodzi.

Šim nolūkam paredzēto automātiku iespējams papildināt ar strāvas kontroli pie 110 kV vai 330 kV elektrotīkla sprieguma pazemināšanās. Lai noteiktu kādas radiālo slodzi barojošās elektrolīnijas atslēgšanas nepieciešamību un novērstu automātikas nepareizu darbību pie bojājumiem sprieguma mērīšanas ķēdēs vai elektroiekārtā, jālieto vismaz vēl viena papildu palaišanas pazīme, piemēram, aktīvās jaudas virziens un lielums. Automātikai jādarbojas, ja kontrolējamā elektrotīkla mezglā pazeminās spriegums robežās $0,9 U_n - 0,95 U_n$ un nostrādā papildu palaišanas pazīme (piemēram, pēc aktīvās jaudas), sākumā iedarbojoties uz šuntētājreaktoru atslēgšanu un kondensatoru bateriju ieslēgšanu (ja tādi ir), un tikai pēc tam, ja saglabājas nepieļaujami zems spriegums, jādarbojas uz radiālo slodzi barojošās elektrolīnijas atslēgšanu.

Ja barojošām elektrolīnijām ir paredzētas strāvas pārslodzes aizsardzības, tad iepriekšminētajai automātikai jādarbojas ar mazāku, salīdzinot ar pārslodzes aizsardzību, laika aizturi, kā arī tai jādarbojas ar lielāku, salīdzinot ar barojošo elektrolīniju AAI, laika aizturi. Ar aplēsēm jānosaka elektrolīnija, kura jāatslēdz (ja ir iespējams atslēgt slodzi ar dažām radiālām elektrolīnijām) un sprieguma atjaunošanas efektivitāti, ievērojot barojošām elektrolīnijām pieslēgtu slodzi. Atslēgšana ir efektīva, ja novērš barojošo elektrolīniju pārslodzi.

Automātikai nostrādājot, jābloķē reaktīvās jaudas regulēšanas automātika (skatīt 4.11.6. p.), kamēr elektrotīklā neatjaunojas normāls darba spriegums.

Automātika jāieslēdz darbā režīmos, kuros pie vienas barojošās elektrolīnijas atslēgšanās iespējama strāvas pārslodze palikušās barojošās elektrolīnijās, kas var izsaukt barošanas pārtraukumu noteiktam pārvades elektrotīkla mezglam.

4.11.8. Jāparedz automātika rezervē esošo hidroagregātu palaišanai, ja notiek sprieguma pazemināšanās pārvades elektrotīklā.

Automātikai jādarbojas pie elektrotīkla sprieguma pazemināšanās līdz iepriekš noteiktam iestatījumam, ar laika aizturi palaižot rezervē esošos hidroagregātus kompensatora režīmā vai pārvedot kompensatora režīmā strādājošus hidroagregātus sinhrona ģenerators režīmā. Automātikas laika aizturi jābūt tādai, lai novērstu tās darbību pie īsslēgumiem elektrotīklā, kuri tiek atslēgti ar pamataizsardzību darbības laikiem. Lai novērstu automātikas ilgstošu iedarbi uz hidroagregātu palaišanu pie palaišanas sprieguma elementa bojājuma, automātikai jāparedz palaišanas komandas bloķēšana, paaugstinoties spriegumam līdz iepriekš noteiktam iestatījumam.

Automātikā jālieto sprieguma releji ar augstu atgriešanas koeficientu pēc sprieguma, kuram jābūt tuvu 1. Izvēloties sprieguma releju atgriešanas koeficientus, jānosaka automātikas palaišanas spriegums un spriegums, pie kura jābloķē palaišanas komanda.

4.12. Automātiskā sprieguma paaugstināšanās ierobežošana pārvades sistēmā

4.12.1. Lai ierobežotu elektrotīkla paaugstināta sprieguma iedarbības ilgumu uz elektrotīklam pievienotām elektroiekārtām, ko izsauc garas 330 kV elektropārvades līnijas kaskādveida atslēgšana (ieslēgšana) vai citi iemesli, jālieto maksimāls sprieguma aizsardzība, kas nostrādā spriegumam palielinoties virs $1,1 U_n - 1,3 U_n$. Aizsardzības nepieciešamību un tās iestatījumus nosaka PSO.

Minētām aizsardzībām jādarbojas ar laika aizturi, ievērojot maksimāli pieļaujamā sprieguma lielumu un ilgumu. Sprieguma paaugstināšanas ierīces pirmām kārtām, atslēdz kondensatoru baterijas un ieslēdz šuntētājreaktorus (ja tādi ir). Ja elektrostacijā vai apakšstacijā nav šuntētājreaktoru ar jaudas slēdžiem vai arī to ieslēgšana nedod vajadzīgo sprieguma pazeminājumu, jāatslēdz elektrolīnija, kas izsaukusi sprieguma paaugstināšanos.

4.12.2. Lai ierobežotu elektrotīklā paaugstināta sprieguma iedarbības ilgumu uz elektrostaciju un apakšstaciju elektroiekārtām, jālieto 4.11.6. p. aprakstītā reaktīvās jaudas regulēšanas automātika, kurai jādarbojas uz kondensatoru bateriju atslēgšanu un šuntētājreaktoru ieslēgšanu. Automātikai jādarbojas, ja elektrotīkla spriegums paaugstinās robežās $1,1 U_n - 1,3 U_n$. Automātikai jāparedz noteikta darbības secība: sākumā jāatslēdz kondensatoru baterijas un pēc tam, ja saglabājas paaugstināts spriegums, jāieslēdz šuntētājreaktori.

4.13. Automātiskā elektroiekārtas strāvas pārslodzes novēršana

4.13.1. Automātiskas elektroiekārtas strāvas pārslodzes novēršanas ierīces jālieto, lai ierobežotu nepieļaujamās strāvas elektrolīnijās, transformatoros, ģeneratoros, kompensatoros, elektrodzinējos un citās elektroiekārtās, ja tās pārsniedz ilgstoši pieļaujamās strāvas.

4.13.2. Automātiskas elektroiekārtas strāvas pārslodzes novēršanas ierīcēm, lai novērstu elektroiekārtas strāvas pārslodzi, jāatslogo elektrostacijas, samazinot ģenerējošo jaudu vai/un atslēdzot (ieslēdzot) ģeneratorus, atslēdzot elektroenerģijas lietotājus vai sadalot elektrotīklu un kā pēdējo – atslēdzot pārslogoto elektroiekārtu. Jāveic pasākumi, lai novērstu stabilitātes traucējumus un citas nevēlamas sekas.

4.13.3. Ar aplēsēm jānosaka minēto ierīču iestatījumi un atbilstošas iedarbes, ievērojot pārslodzes pieļaujamo ilgumu elektroiekārtai un iedarbju efektivitāti. Iedarbes ir efektīvas, ja tiek novērsta elektroiekārtas strāvas pārslodze.

4.13.4. Elektroenerģijas sistēmā var tikt lietotas automātikas 330 kV un 110 kV elektrolīniju strāvas pārslodzes ierobežošanai un novēršanai, kuras, iedarbojoties uz elektrostacijas ģeneratoru aktīvās jaudas samazināšanu, samazina jaudas plūsmas elektrolīnijās līdz pieļaujamam lielumam. Ja elektrolīnijas strāvas pārslodze netiek novērsta ar ģeneratoru aktīvās jaudas samazināšanu, tad automātika var darboties uz elektrostacijas ģeneratoru atslēgšanu.

5. Sekundārās ķēdes

5.1. Prasības, kas aprakstītas šajā nodaļā, attiecas uz elektroiekārtu sekundārajām aizsardzības, automātikas, vadības, signalizācijas un mērīšanas ķēdēm.

5.2. Sekundārajās ķēdēs paredzētos elektronisko sakaru tīklos izmanto datu apmaiņas tīklus, kuriem prasības nosaka komercsabiedrība un/vai iekārtas ražotājs.

5.3. Elektrostacijās un apakšstacijās sekundārajās ķēdēs izmanto kontrolkabeļi ar vara dzīslām. Nepārbūvēto apakšstaciju sekundārajās ķēdēs pieļaujams saglabāt kontrolkabeļus ar alumīnija dzīslām, izņemot šādus objektus, elektroiekārtas un gadījumus:

5.3.1. sadalietaisēs un apakšstacijās ar augstāko spriegumu 330 kV, kā arī sadalietaisēs un apakšstacijās, kuras pieslēgtas pārrobežu elektrolīnijām;

5.3.2. 110 kV KDA un SBA;

5.3.3. termoelektrostaciju un hidroelektrostaciju tehnoloģiskajās aizsardzībās;

5.3.4. ja darba spriegums ir līdz 60 V un vadu un kabeļu dzīslu diametrs mazāks par 1 mm (skatīt arī 5.4. p.);

5.3.5. sprādzienbīstamajās zonās.

Piezīme: Kontrolkabeļi ar vara dzīslām sekundārajās ķēdēs jālieto sprādzienbīstamajās zonās, konverteru cehos, augstsprieguma veltmēršanas stāvos, īpašas kategorijas elektroenerģijas lietotājiem, kā arī sekundārajās ķēdēs ar darba spriegumu līdz 60 V, ja vadu un kabeļu dzīslu diametrs mazāks par 1 mm (skatīt arī 5.4. p.).

5.4. Mehāniskās izturības nodrošināšanai jāievēro:

5.4.1. pievienojot kontrolkabeļu dzīslas RAA ierīču un paneļu spailēm ar skrūves savienojumu, vara dzīslu šķērssgriezumam jābūt ne mazākam par 1,5 mm² (izmantojot speciālas spaiļes ne mazākam par 1,0 mm²) un ne mazākam par 2,5 mm² – alumīnija dzīslām; strāvas ķēdēs – 2,5 mm² vara dzīslām un 4 mm² – alumīnija dzīslām; mazāk svarīgās sekundārajās ķēdēs, mērīšanas un signalizācijas ķēdēs ar skrūves savienojumu var lietot kabeļus ar vara dzīslu šķērssgriezumam 1,0 mm²;

5.4.2. ķēdēs ar 100 V un augstāku darba spriegumu un lodētiem savienojumiem vara dzīslu šķērssgriezumam jābūt ne mazākam par 0,5 mm². Ķēdēs ar zemāku par 100 V darba spriegumu un lodētiem savienojumiem vara dzīslu diametram jābūt ne mazākam par 0,5 mm.

Piezīme: Monolītās vienvada dzīslas (ar skrūves vai lodētiem savienojumiem) atļauts pievienot tikai nekustīgiem elektroiekārtas elementiem. Kustīgiem un izņemamiem elektroiekārtas elementiem, vibrācijām pakļautām elektroiekārtām un paneļiem atļauts pievienot tikai lokanas daudzvadu dzīslas.

5.5. Kontrolkabeļu un vadu šķērssgriezumam jāizvēlas, ievērojot prasības to aizsardzībai pie īsslēgumiem bez laika aiztures, ilgstoši pieļaujamām strāvām, termiskai noturībai (strāvmaiņu ķēdēm), kā arī prasības, nodrošinot RAA, mērīšanas un uzskaites ierīču darbību ar uzdoto precizitāti. Izvēloties kabeļu un vadu šķērssgriezumus, jāievēro 5.6. p. un 5.7. p. noteiktās prasības.

5.6. Strāvmaiņiem kopā ar sekundārajām ķēdēm jāstrādā ar precizitātes klasi:

5.6.1. elektroenerģijas skaitītājiem – 0,5 un augstāku precizitātes klasi;

5.6.2. jaudas, strāvas, sprieguma un frekvences mērpārveidotājiem – 0,5 un augstāku precizitātes klasi;

5.6.3. elektroietaišu indikatoru mērinstrumentiem un to mērpārveidotājiem – 3 un augstāku precizitātes klasi;

5.6.4. aizsardzībai – ar 5 un augstāku precizitātes klasi, nepārbūvētos objektos var lietot strāvmaiņus ar precizitātes klasi 10 un augstāku (skatīt arī 3.1.33. p.).

5.7. Sprieguma zudumi sprieguma ķēdēs no spriegummaiņa izvadiem līdz pieslēgtām elektroierīcēm nedrīkst pārsniegt:

5.7.1. 0,5 % vai mazāk atbilstoši elektroenerģijas skaitītāja un mērpārveidotāju klasei – elektroenerģijas skaitītājiem, jaudas, strāvas un sprieguma mērpārveidotājiem;

5.7.2. 1,5 % – indikatoru mērinstrumentiem un indikatoru mērpārveidotājiem;

5.7.3. 1 % – RAA ierīcēm.

Piezīme 1: Barojot iepriekš minēto aparāturu pa kopīgām ķēdēm, vadu un kabeļu dzīslu šķērsgrizums jāizvēlas atbilstoši minimālajai sprieguma zudumu normai.

Piezīme 2: Sprieguma zudumi operatīvā sprieguma ķēdēs no barošanas avota līdz elektroierīces panelim vai jaudas slēdža atslēgšanas, ieslēgšanas spolei (elektromagnētam) nedrīkst pārsniegt 10% pie maksimālās slodzes strāvas.

Piezīme 3: Sprieguma zudumi kontrolkabeļos no spriegummaiņa sekundāro tinumu izvadiem līdz ģenerators automātiskiem sprieguma regulatoriem nedrīkst pārsniegt 1 %.

5.8. Vienā kontrolkabeļī drīkst apvienot līdzsprieguma un maiņsprieguma vadības, mērīšanas, aizsardzības un signalizācijas ķēdes. Lai novērstu kabeļu dzīslu induktīvās pretestības palielināšanos, strāvmaiņu un spriegummaiņu sekundārās ķēdes jāsadala pa kabeļiem tā, lai jebkurā darba režīmā šo ķēžu strāvu summa katrā kabeļī būtu vienāda nullei.

5.9. Kontrolkabeļi jāpievieno spaiļu rindām. Pievienot divas vara kabeļu dzīslas ar vienu skrūvi nav ieteicams. Nepārbūvētās elektroietaisēs, ja divas alumīnija dzīslas pievienotas ar vienu skrūvi, iespēju robežās nepieciešams sadalīt divas dzīslas, pieslēdzot tās pie atsevišķām spailēm.

Pie mērtransformatoru sekundāro tinumu izvadiem vai atsevišķām elektroiekārtām kontrolkabeļus pieļaujams pievienot tieši, ja tiem jau ir paredzētas spaiļes.

Spaiļu izveidojumam jāatbilst kabeļu dzīslu materiālam un šķērsgrizumam.

5.10. Spaiļu rindām vai elektroiekārtām pievienotās sekundāro ķēžu kabeļu dzīslas un vadi jāmarķē.

5.11. Sekundāro ķēžu aizsardzība jāizvēlas atbilstoši 2. nodaļas prasībām tajā daļā, kas nav noteikta šajā nodaļā. Izvietojot vadus un kabeļus pa karstām virsmām vai vietās, kur to izolācija pakļauta eļļai vai citas agresīvas vides iedarbībai, jālieto speciāli šim nolūkam paredzēti vadi un kabeļi.

5.12. Spriegummaiņu sekundāro ķēžu kabeļiem no spriegummaiņu sekundāro tinumu izvadiem līdz vadības telpai jābūt ekranētiem, un ekrāni kabeļa vienā galā jāsaņem. Viena spriegummaiņa galvenā un papildu tinuma (ar nenoslēgtu trīsstūra slēgumu) sekundāro ķēžu kabeļi visā trases garumā jānogulda blakus.

Ierīču sekundārās ķēdēs jālieto kontrolkabeļi ar kopēju ekrānu un ar ekranētām dzīslām, ja to pieprasa komercsabiedrība un/vai ierīces ražotājs. Ekrāni kabeļa vienā galā jāsasemē.

5.13. Lai nodrošinātu mehānisko izturību, līdzstrāvas un maiņstrāvas sekundāro ķēžu montāžai paneļos, pultīs, sadalnēs, kā arī jaudas slēdžu, atdalītāju un citu komutācijas aparātu vadības iekšējā shēmojumā jālieto vara vadi vai kabeļi ar vara dzīslām un šķērssgriezumiem, ne mazākiem par:

5.13.1. monolītām vienvada dzīslām ar skrūvju savienojumiem – 1,5 mm²;

5.13.2. monolītām vienvada dzīslām ar lodētiem savienojumiem – 0,5 mm²;

5.13.3. daudzvadu dzīslām ar lodētiem savienojumiem vai skrūvju savienojumiem, lietojot speciālus vadu uzgaļus, – 0,35 mm².

Piezīme 1: Monolītas vienvada dzīslas (ar skrūves vai lodētiem savienojumiem) atļauts pievienot tikai nekustīgiem elektroiekārtas elementiem. Kustīgiem vai izņemamiem elektroiekārtas elementiem (izjaucamiem savienojumiem, izņemamiem blokiem u.c.) jāpievieno tikai lokanas daudzvadu dzīslas.

Piezīme 2: Mehāniski noslogot lodējumu vietas nav pieļaujams.

Piezīme 3: Pārejās uz aparatūras paneļa durvīm jālieto lokani (daudzdzīslu) vadi ar 0,5 mm² un lielāku šķērssgriezumu.

Piezīme 4: Kabeļu un vadu šķērssgriezums paneļos, pultīs, sadalnēs un citās elektroiekārtās jānosaka, ievērojot prasības to aizsardzībai pie īsslēgumiem bez laika aiztures, ilgstoši pieļaujāmām strāvām, bet strāvasmaiņu sekundārās ķēdēs – arī termiskai noturībai.

Piezīme 5: Nav atļauts lietot alumīnija vadus un kabeļus ar alumīnija dzīslām paneļos, pultīs, sadalņu un citu elektroiekārtu shēmojumā.

5.14. Viena paneļa, sadalnes (spaiļu kastes) robežās savienojumi starp atsevišķām elektroierīcēm jāveido tieši, neizmantojot spaiļu rindas.

Uz spaiļu rindām vai pārbaudes blokiem jāizved ķēdes, kurās nepieciešams ieslēgt pārbaudes iekārtas un mērinstrumentus. Uz spaiļu rindām jāizved arī ķēdes, kurās releju personālam jāizdara pārslēgumi, lai veiktu elektroiekārtas pārbaudi.

5.15. Spaiļu rindas arī jālieto vietās, kur:

5.15.1. shēmas vads pāriet kabeļa dzīslā;

5.15.2. apvienojas vienāda nosaukuma ķēdes (atslēgšanas ķēžu spaiļu bloks, sprieguma ķēžu spaiļu bloks u.tml.);

5.15.3. jāpieslēdz pārbaudes iekārtas, mērinstrumenti un netiek lietoti pārbaudes bloki vai citas analogas iekārtas;

5.15.4. vairāku kabeļu dzīslas pāriet vienā, vai tiek savienotas ķēdes starp atsevišķu kabeļu dzīslām (skatīt arī 5.9. p.).

5.16. Spaiļes, kas attiecas uz dažādiem pievienojumiem vai elektroiekārtām, pēc iespējas jāizdala spaiļu rindās atsevišķos spaiļu blokos.

Spaiļu rindās nedrīkst atrasties tiešā tuvumā spaiļes, kuras nejauši savienojot var atslēgt vai ieslēgt pievienojumu, radīt īsslēgumu operatīvajās vai ģeneratoru ierosmes ķēdēs.

Ja panelī, sadalnē izvietota viena pievienojuma vairāku veidu aizsardzības vai citas elektroierīces, jāveido neatkarīgas operatīvā sprieguma ķēdes katram polam, katrai

aizsardzībai vai elektroierīcei, izmantojot spaiļu rindas spaiļes. Ja atsevišķu aizsardzības komplektu atslēgšanas ķēdēs nav pārslēdžu vai citu ierīču, ar kurām ir iespējams pārtraukt šīs ķēdes, tās jāpievieno aizsardzības izejas relejam vai jaudas slēdža atslēgšanas ķēdēm, izmantojot atsevišķas spaiļes un paneļa robežās šīs ķēdes jāsavieno katrai aizsardzībai atsevišķi.

5.17. Eksploatācijas pārbaužu veikšanai RAA ķēdēs jāparedz pārbaudes bloki vai speciālas spaiļes, kas ļauj (izņemot gadījumus, kas minēti 5.9. p.) bez vadu un kabeļu dzīslu atvienošanas atslēgt pārbaudāmo elektroiekārtu no operatīvā sprieguma avota, no spriegummaiņiem un strāvmaiņiem (strāvas ķēdes strāvmaiņu pusē saslēdzot īsi) un pievienot pārbaudes aparāturu.

RAA ierīcēm, kuras atkarībā no elektrotīkla režīma, selektivitātes vai citām prasībām periodiski jāieslēdz un jāatslēdz (vai jāizmaina iestatījumi), jāparedz pārslēdži vai citas elektroierīces, vai attiecīgas funkcijas digitālos relejos un vadības sistēmās, lai operatīvais personāls vai personāls ar operatīvajām tiesībām var veikt šīs operācijas.

5.18. Sekundāro ķēžu aparatūra, spaiļu rindas, jaudas slēdžu un atdalītāju palīgkontakti jāizvieto, bet zemēšanas vadi jāmontē tā, lai piekļūšana tiem un droša apkalpošana būtu iespējama bez primārā sprieguma augstāka par 1 kV atslēgšanas.

5.19. Sekundāro ķēžu aparatūras izolācijai jāatbilst normām, kādas noteiktas attiecīgo sekundāro ķēžu barošanas avota vai atdalošā transformatora darba spriegumam.

Katram neatkarīgam, nesazemētam operatīvā līdzsprieguma un maiņsprieguma avotam (ieskaitot atdalošos transformatorus) jāparedz izolācijas kontroles ierīces.

Izolācijas kontroles ierīcēm jāiedarbina signalizācija, kad izolācijas pretestība pazeminās zem uzdotās vērtības, bet līdzstrāvas gadījumā jābūt arī iespējai izmērīt atsevišķu polu izolācijas pretestību. Nelielos, nesazarotos operatīvā sprieguma tīklos izolācijas kontroles ierīces var neparedzēt.

5.20. Katra pievienojuma operatīvo sekundāro ķēžu barošanai jāparedz atsevišķie aizsargslēdži vai drošinātāji (prioritāri ieteicams izmantot aizsargslēdžus).

Katra pievienojuma aizsardzības un jaudas slēdžu vadības operatīvā sprieguma ķēžu barošanai obligāti jāparedz atsevišķi aizsargslēdži vai drošinātāji, kas nav saistīti ar citām (signalizācijas, operatīvās bloķēšanas u.c.) sekundārām ķēdēm. Pieļaujams vienīgi apvienot vadības un komutācijas aparāta stāvokļa signalizācijas ķēdes.

Jāparedz atsevišķie aizsargslēdži vai drošinātāji pamata un rezerves aizsardzību operatīvā sprieguma ķēžu barošanai.

Ja virknē ieslēgti aizsargslēdži un drošinātāji, tad drošinātājiem jāatrodas barošanas avota pusē.

5.21. Svarīgu elektroiekārtas elementu aizsardzības, automātikas un vadības ierīcēm jānodrošina pastāvīga operatīvā sprieguma barošanas kontrole. Šai vajadzībai var lietot atsevišķus relejus vai citas elektroierīces, kā arī izmantot no attāluma vadāmu komutācijas aparātu, uz kuriem tieši iedarbojas attiecīgās vadības, RAA ierīces, atslēgšanas un ieslēgšanas ķēžu kontroles ierīces.

Mazāk svarīgu ierīču operatīvā sprieguma barošanas kontrolei var izmantot signalizāciju par barojošā aizsargslēdža atslēgtu stāvokli.

Atslēgšanas un ieslēgšanas sekundārajā ķēdē, kura tiek automātiski kontrolēta, jābūt komutācijas aparāta palīgkontaktam. Jaudas slēdža abu atslēgšanas ķēžu kontrole

(vienas atslēgšanas ķēdes nepārbūvētās apakšstacijās) jāparedz visos gadījumos, bet ieslēgšanas ķēdes – svarīgu elementu jaudas slēdžiem un citiem komutācijas aparātiem, kurus var ieslēgt ARI, citas automātikas vai tālvadības ierīces, ja to pieprasa PSO vai SSO.

5.22. Elektroiekārtās obligāti jānodrošina automātiska signalizācija par normāla darba režīma traucējumiem un bojājumiem.

Bezapkalpes elektroiekārtās jānodrošina signāla pārraide uz to vietu, kur atrodas personāls.

5.23. Operatīvā sprieguma ķēdes ar elektroiekārtām, kas var bojāties vai nepareizi darboties zemesslēgumu vai pārspriegumu gadījumos, ko izsauc ieslēgšanas (atslēgšanas) elektromagnētu vai citas elektroiekārtas darbība, ir jāaizsargā.

5.24. Strāvmaiņu sekundārās ķēdes jāsaņem vienā punktā strāvmaiņu vistuvākajā spaiļu rindā vai pie strāvmaiņa izvadiem.

Aizsardzībām, kurām tiek apvienoti vairāki strāvmaiņu komplekti, strāvas ķēdes arī jāsaņem tikai vienā punktā.

Atdalošo starpstrāvmaiņu sekundārās ķēdes var nesazemēt.

5.25. Spriegummaiņu sekundārie tinumi jāsaņem, savienojot zvaigznes slēguma neitrāli vai kāda tā tinuma galu ar zemēšanas kontūru.

Spriegummaiņu sekundārās ķēdes jāsaņem spriegummaiņu vistuvākajā spaiļu rindā vai spriegummaiņa izvadu tuvumā.

Nepārbūvētās apakšstacijās atļauts apvienot vienas sadalnes elektroiekārtas vairāku spriegummaiņu zemējamās sekundārās ķēdes ar kopīgu saņemtu kopnīti. Ja izveidotas atsevišķas saņemtas kopnītes dažādām sadalnes elektroiekārtām, un kopnītes atrodas dažādās telpās (piemēram, dažādu spriegumu sadalnes elektroiekārtu vadības telpās), tad kopnītes savienot nedrīkst.

5.26. Pie īsslēgumiem sekundārajās ķēdēs spriegummaiņi jāaizsargā ar aizsargslēdžiem. Aizsargslēdži jāparedz pēc iespējas tuvāk spriegummaiņim aiz pirmās spaiļu rindas, kurai tieši pievienoti no spriegummaiņa izvadiem atnākošie kabeli, visos nesazemētos vados.

Nedrīkst uzstādīt aizsargslēdžus, kurus darbinot var pārtraukt ķēdi starp spriegummaiņi un tā sekundāro ķēžu zemējuma vietu.

5.27. Spriegummaiņiem elektrotīklos ar izolētu neitrāli bez kapacitatīvo strāvu kompensācijas (piemēram, bloka ģenerators-transformators ģenerators sprieguma pusē, elektrostaciju un apakšstaciju pašpatēriņā) nepieciešamības gadījumā jāparedz aizsardzība pret pārspriegumiem pēkšņas neitrāles nobīdes gadījumā. Aizsardzību var izveidot, pieslēdzot aktīvu pretestību tinumiem ar nenoslēgtu trīsstūra slēgumu.

5.28. Spriegummaiņiem jāparedz sprieguma ķēžu kontrole.

Aizsardzības, kas pieslēgtas spriegummaiņiem, jāaprīko ar elektroierīcēm vai funkcijām, kas uzskaitītas 3.1.13. p. un 4.2.10. p. 2. piezīmi. Neatkarīgi no tā, vai šādas elektroierīces (funkcijas) ir vai nav uzstādītas, jāparedz šādi signāli par:

5.28.1. aizsargslēdža atslēgšanos, izmantojot tā palīgkontaktus;

5.28.2. kopņu atdalītāju atkārtotājreleju darbības traucējumiem nepārbūvētās apakšstacijās, izmantojot vadības ķēžu kontroles ierīces un starprelejus;

5.28.3. spriegummaiņu drošinātāju augstākā sprieguma pusē bojājumiem vai bojājumiem sekundārajās sprieguma ķēdēs, paredzot šādiem bojājumiem atsevišķas elektroierīces vai digitālo releju funkcijas.

5.29. Vietās, kas pakļautas satricinājumiem un vibrācijām, jāveic pasākumi, lai nodrošinātu vadu drošus kontaktsavienojumus un nepieļautu vadu mehāniskus bojājumus, novēršot releju nepareizu nostrādi un aparātūras priekšlaicīgu nodilumu.

5.30. Paneļu un sadaļņu apkalpojamajā pusē jābūt uzrakstiem, kas norāda to piederību saskaņā ar pievienojumu operatīvajiem apzīmējumiem, nozīmi un paneļa kārtas numuru. Paneļos un sadalnēs uzstādītajai aparātūrai jābūt uzrakstiem vai marķējumam atbilstoši shēmām.

5.31. Montāžas vadu marķēšana RAA paneļos un sadalnēs ieteicams lietot dzeltenu marķēšanas materiālu ar vada pretējā gala pievienošanas punkta apzīmējumu – Aparatūra, relejs, spaiļu rindas izvads (piemēram, R2:X32:7) vai spaiļu rinda, spaile (piemēram, XA33:9).

5.32. Kabeļu dzīslu marķēšana RAA paneļos un sadalnēs ieteicams lietot baltu marķēšanas materiālu ar apzīmējumu – ķēdes numurs / kabeļa numurs, : dzīslas numurs (piemēram, A632/1T-102:14).

5.33. Kabeļu dzīslu marķēšana komutācijas aparātu darbinātajos ieteicams lietot baltu marķēšanas materiālu ar apzīmējumu – ķēdes numurs/ pievienošanas punkta apzīmējums (piemēram, B421/XA32:7).

5.34. Kabeļu marķējumam ieteicams lietot pievienojuma montāžas vai operatīvo apzīmējumu – kabeļa numurs (piemēram, 2T-101).

6. Elektrisko lielumu un parametru mērīšana, datu iegūšana un objektu vadība

6.1. Vispārīgās prasības

6.1.1. Prasības, kas aprakstītas šajā nodaļā, attiecas uz elektrisko lielumu mērījumiem, ko veic ar stacionārām mēriekārtām. Prasības neattiecas uz laboratorijas mērījumiem un mērījumiem, ko veic ar pārnēsājamiem mērinstrumentiem.

6.1.2. Neelektrisku lielumu mērījumi, kā arī citu elektrisku lielumu mērījumi, kas nav noteikti šajā nodaļā, bet, kas saistīti ar tehnoloģiskā procesa vai elektroiekārtas īpatnībām, jāveic, ievērojot atbilstošos normatīvos dokumentus.

6.2. Elektriskie mērījumi

6.2.1. Darbā esošu elektroietaišu elektrisko lielumu mērījumus DVS vajadzībām jāveic nepārtraukti un mērījumu precizitātei jābūt ne zemākai par 6.1. tabulā noteikto. Komerstabiedrība nosaka detalizētu nepieciešamo mērījumu precizitāti.

6.2.2. Trīsfāžu elektrosistēmās jānodrošina strāvu un spriegumu mērījumi katrā fāzē, kā arī trīsfāžu aktīvās jaudas un trīsfāžu reaktīvās jaudas mērījumu iegūšanu. Frekvences mērījumam var izmantot starpfāzes vai fāzes spriegumu (ieteicams starpfāzes spriegums, jo tas nesatur trešās harmonikas komponenti).

6.1. tabula

Elektrisko mērījumu precizitāte

Mērījuma vieta	Mērāmā parametra pieļaujamā kļūda				
	Strāva, I	Spriegums, U	Aktīvā jauda, P	Reaktīvā jauda, Q	Frekvence, f
Elektrostaciju 110 kV, 330 kV transformatori, elektroenerģijas ražošanas moduļi ⁽²⁾	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %	±0,01 Hz
110 kV, 330 kV elektrolīnijas, sekcijslēdži, sajūgslēdži, kopnes	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %	±0,01 Hz
110 kV, 330 kV apakšstaciju transformatori, šunttājreaktori, kondensatori un to 6 kV – 20 kV jaudas slēdži	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %	±0,01 Hz
6 kV – 20 kV elektrolīnijas, sekcijslēdži un sajūgslēdži, kopnes	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 % ⁽¹⁾	≤ 5 % ⁽¹⁾	±0,01 Hz
6 kV – 20 kV sadales punktu elektrolīnijas, kopnes	≤ 5 %	≤ 5 %	–	–	–
Līdz 6 kV elektrolīnijas, sekcijslēdži un kopnes	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	±0,01 Hz

Piezīme 1: Ar terminu "transformators" 6.1. tabulā jāsaprot arī autotransformators.

Piezīme 2: 6 kV – 20 kV pievienojumos, kuros tiek veikti mērījumi elektroenerģijas ražošanas moduļiem, mērījumu precizitāti nosaka elektroenerģijas ražošanas moduļu valdītājs.

Piezīme 3: 6.1. tabulā norādītā mērījumu precizitātes neattiecas uz elektrisko lielumu mērlīdzekļiem indikatoru statusā.

6.3. Objekta elementu parametru mērīšana un datu iegūšana

6.3.1. RAA ķēdes jāizbūvē un RAA ierīces un mērierīces jāuzstāda apjomā, kas nepieciešams, lai nodrošinātu attālinātu objekta parametru mērīšanu un datu iegūšanu DVS un dispečeru darba vietās atbilstoši 6.2. tabulā rekomendējamām prasībām. PSO, SSO un elektroenerģijas ražošanas moduļa valdītājs savstarpēji vienojoties nosaka detalizētu veicamo mērījumu un signālu apjomu. Datu iegūšanu un izmaiņu tūlītēju nosūtīšanu RAA iekārtās jānodrošina nepārtrauktā darba režīmā.

6.2. tabula

Mērījumi un signāli

Nr.p.k.	Nosaukums
1.	Mērījumi
1.1.	spriegums uz 110 kV kopnēm (katrai sekcijai kopņu sistēmā)
1.2.	spriegums uz 330 kV kopnēm (katrai sekcijai kopņu sistēmā)
1.3.	spriegums uz 6 kV – 20 kV kopnēm (katrai sekcijai kopņu sistēmā)
1.4.	spriegums 110 kV, 330 kV līnijās
1.5.	spriegums kondensatoros
1.6.	sprieguma starpība starp 330 kV līnijām un kopnēm
1.7.	sprieguma starpība starp autotransformatorem un kopnēm

6.2. tabulas turpinājums

Nr.p.k.	Nosaukums
1.8.	sprieguma starpība starp 330 kV kopnēm
1.9.	autotransformatoru RZS pakāpe
1.10.	transformatoru RZS pakāpe
1.11.	reaktoru RZS pakāpe
1.12.	aktīvā jauda transformatoros augstākā sprieguma pusē
1.13.	aktīvā jauda transformatoros zemākā sprieguma pusē
1.14.	aktīvā jauda autotransformatoros augstākā sprieguma pusē
1.15.	aktīvā jauda autotransformatoros zemākā sprieguma pusē
1.16.	aktīvā jauda 110 kV, 330 kV elektrolīnijās
1.17.	aktīvā jauda 6 kV – 20 kV elektrolīnijās
1.18.	aktīvā jauda ģeneratoros
1.19.	aktīvā jauda kompensējošās iekārtās
1.20.	reaktīvā jauda transformatoros augstākā sprieguma pusē
1.21.	reaktīvā jauda transformatoros zemākā sprieguma pusē
1.22.	reaktīvā jauda autotransformatoros augstākā sprieguma pusē
1.23.	reaktīvā jauda autotransformatoros zemākā sprieguma pusē
1.24.	reaktīvā jauda 110 kV, 330 kV elektrolīnijās
1.25.	reaktīvā jauda 6 kV – 20 kV elektrolīnijās
1.26.	reaktīvā jauda kondensatoros
1.27.	reaktīvā jauda ģeneratoros
1.28.	reaktīvā jauda kompensējošās iekārtās
1.29.	strāvas 330 kV autotransformatoru 110 kV, 330 kV jaudas slēdžos
1.30.	strāvas 330 kV autotransformatoru 6 kV – 20 kV jaudas slēdžos
1.31.	strāvas 110 kV transformatoru 110 kV jaudas slēdžos
1.32.	strāvas 110 kV transformatoru 6 kV – 20 kV jaudas slēdžos
1.33.	strāvas 110 kV, 330 kV elektrolīnijās
1.34.	strāvas 6 kV – 20 kV elektrolīnijās
1.35.	strāvas 110 kV kopņu sekcijslēdžos
1.36.	strāvas 6 kV – 20 kV kopņu sekcijslēdžos
1.37.	strāvas kondensatoros
1.38.	leņķa starpība starp 330 kV līnijām un kopnēm
1.39.	leņķa starpība starp autotransformatorem un kopnēm
1.40.	leņķa starpība starp 330 kV kopnēm
1.41.	tīkla frekvence uz 110 kV, 330 kV kopnēm (katrai sekcijai kopņu sistēmā)
1.42.	tīkla frekvence 330 kV līnijās (starpvalstu)
1.43.	tīkla frekvence uz elektrostacijas kopnēm
1.44.	tīkla frekvences starpība starp 330 kV līnijām un kopnēm
1.45.	tīkla frekvences starpība starp autotransformatorem un kopnēm
1.46.	tīkla frekvences starpība starp 330 kV kopnēm
1.47.	elektrostacijai kopējā aktīvā jauda (MW)

6.2. tabulas turpinājums

Nr.p.k.	Nosaukums
1.48.	elektrostacijas kopējā reaktīvā jauda (MVar)
1.49.	elektrostacijas katra elektroenerģijas ražošanas moduļa saražotā vai patērētā aktīvā jauda (MW)
1.50.	elektrostacijas katra elektroenerģijas ražošanas moduļa saražotā vai patērētā reaktīvā jauda (MVar)
1.51.	elektrostacijas katra elektroenerģijas ražošanas moduļa regulēšanas ātrums, palielinot jaudu (MW/min)
1.52.	elektrostacijas katra elektroenerģijas ražošanas moduļa regulēšanas ātrums, samazinot jaudu (MW/min)
1.53.	vēja elektrostacijas vidējais vēja ātrums 60 sekundēs vēja rata ass augstumā (m/s)
1.54.	spriegums elektroenerģijas ražošanas moduļa pieslēguma vietā (kV)
1.55.	elektroenerģijas ražošanas moduļa aktīvās jaudas maksimālā robeža (MW) ⁽¹⁾
1.56.	elektroenerģijas ražošanas moduļa aktīvās jaudas minimālā robeža (MW) ⁽¹⁾
1.57.	elektroenerģijas ražošanas moduļa uzdotā aktīvā jauda (MW)
1.58.	elektroenerģijas ražošanas moduļa reaktīvās jaudas minimālā robeža (MVar) ⁽¹⁾
1.59.	elektroenerģijas ražošanas moduļa reaktīvās jaudas maksimālā robeža (MVar) ⁽¹⁾
1.60.	elektroenerģijas ražošanas moduļa uzdotā kontrolējamā reaktīvā jauda (MVar)
1.61.	elektroenerģijas ražošanas moduļa uzdotais kontrolējamais jaudas koeficients
1.62.	elektroenerģijas ražošanas moduļa uzdotais kontrolējamais spriegums pieslēguma punktā (kV)
1.63.	elektroenerģijas ražošanas moduļa frekvences regulēšanas nestrādes zonas uzdotā minimālā vērtība (Hz)
1.64.	elektroenerģijas ražošanas moduļa frekvences regulēšanas nestrādes zonas uzdotā maksimālā vērtība (Hz)
1.65.	elektroenerģijas ražošanas moduļa frekvences regulēšanas statisms (%)
1.66.	hidroelektrostacijas ūdens caurplūdums caur hidroagregātu (m ³ /s)
1.67.	hidroelektrostacijas ūdens caurplūdums caur pārgāznes aizvariem (m ³ /s)
1.68.	hidroelektrostacijas augšbjefa un lejasbjefa mērījumi (m)
2.	Signāli
2.1.	330 kV elektrolīniju jaudas slēdžu stāvoklis
2.2.	330 kV sajūgslēdžu stāvoklis
2.3.	330 kV atdalītāju un zemētājslēdžu stāvoklis
2.4.	330 kV autotransformatoru 110 kV, 330 kV jaudas slēdžu stāvoklis
2.5.	330 kV autotransformatoru 6 kV – 20 kV jaudas slēdžu stāvoklis
2.6.	110 kV elektrolīniju jaudas slēdžu stāvoklis
2.7.	110 kV sajūgslēdžu stāvoklis

6.2. tabulas turpinājums

Nr.p.k.	Nosaukums
2.8.	110 kV atdalītāju un zemētājslēdžu stāvoklis
2.9.	110 kV transformatoru 110 kV jaudas slēdžu stāvoklis
2.10.	110 kV transformatoru neitrāles zemētājslēdžu stāvoklis
2.11.	110 kV transformatoru 6 kV – 20 kV jaudas slēdžu stāvoklis
2.12.	6 kV – 20 kV elektrolīniju jaudas slēdžu stāvoklis
2.13.	6 kV – 20 kV sajūgslēdžu stāvoklis
2.14.	6 kV – 20 kV atdalītāju un zemētājslēdžu stāvoklis
2.15.	Sinhronā ģenerators (SG) režīms
2.16.	Sinhronā kompensators (SK) režīms
2.17.	Elektroenerģijas ražošanas moduļa jaudas slēdža stāvoklis (ieslēgts/atslēgts)
2.18.	elektrostacijas aktīvās jaudas grupas regulēšanas sistēmas stāvoklis (ieslēgts/atslēgts)
2.19.	elektrostacijas reaktīvās jaudas grupas regulēšanas sistēmas stāvoklis (ieslēgts/atslēgts)
2.20.	elektrostacijas sprieguma grupas regulēšanas režīms ($kV/Q/\cos \varphi$)
2.21.	elektroenerģijas ražošanas moduļa frekvences primārās regulēšanas vadības stāvoklis (<i>FSM</i> režīms) (ieslēgts/atslēgts)
2.22.	RAA iestatījumu grupu attēlošana
3.	RAA darbības, traucējumu un bojājumu informācija
3.1.	nostrādes veids (nostrāde uz jaudas slēdža atslēgšanu vai darbība uz signālu)
3.2.	aizsardzības zona un pakāpe (ja tādas ir)
3.3.	bojātās fāzes un bojājuma atrašanās vieta (km no objekta)
3.4.	aizsargslēdžu un tālvadības ķēžu pārslēdžu stāvoklis

Piezīme 1: Mērījums ir atkarīgs no agregātu operatīvā stāvokļa un citiem primārā enerģijas avota ietekmējošiem faktoriem konkrētajā laikā.

6.4. Objektu vadība

6.4.1. RAA ķēdes jāizbūvē un RAA ierīces jāuzstāda apjomā, kas nepieciešams, lai nodrošinātu objekta vadību DVS un dispečeru darba vietās atbilstoši 6.3. tabulā rekomendējamām prasībām. Energoietaisies valdītājs nosaka detalizētu vadības signālu apjomu.

6.3. tabula

Vadības signāli

Nr.p.k.	Nosaukums
1.	Vadības signāli
1.1.	330 kV elektroliniju jaudas slēdžu vadība
1.2.	330 kV sajuģslēdžu vadība
1.3.	330 kV atdalītāju un zemētājslēdžu vadība
1.4.	330 kV autotransformatoru 110 kV, 330 kV jaudas slēdžu vadība
1.5.	330 kV autotransformatoru 6 kV – 20 kV jaudas slēdžu vadība
1.6.	110 kV elektroliniju jaudas slēdžu vadība
1.7.	110 kV sajuģslēdžu vadība
1.8.	110 kV atdalītāju un zemētājslēdžu vadība
1.9.	110 kV transformatoru 110 kV jaudas slēdžu vadība
1.10.	110 kV transformatoru neitrāles zemētājslēdžu vadība
1.11.	110 kV transformatoru 6 kV – 20 kV jaudas slēdžu vadība
1.12.	6 kV – 20 kV elektroliniju jaudas slēdžu vadība
1.13.	6 kV – 20 kV sajuģslēdžu vadība
1.14.	6 kV – 20 kV atdalītāju un zemētājslēdžu vadība
1.15.	autotransformatoru RZS vadība
1.16.	transformatoru RZS vadība
1.17.	reaktoru RZS vadība
1.18.	RAA iekārtu iestāţījumu grupu pārslēģšana
1.19.	RAA funkcijas atslēģšana/ieslēģšana
1.20.	reaktoru automāţikas vadība
1.21.	ģeneratoru palaiģšana/apţurģšana
1.22.	hidroagregāţu palaiģšana ģeneratora vai sinhronā kompensatora reģţimā; pārslēģšana no ģeneratora reģţima sinhronā kompensatora reģţimā un otrādi
1.23.	ģeneratoru aktīvās un reaktīvās jaudas regulģšana
1.24.	elektrostacijai elektroenerģijas raģoģšanas moduļa aktīvās jaudas vadība (ieslēģt/atslēģt)
1.25.	elektrostacijai elektroenerģijas raģoģšanas moduļa reaktīvās jaudas vadība (ieslēģt/atslēģt)

6.3. tabulas turpinājums

Nr.p.k.	Nosaukums
1.26.	elektroenerģijas ražošanas moduļa frekvences regulēšanas statisma iestatījums (%)
1.27.	elektroenerģijas ražošanas moduļa frekvences regulēšanas vadības stāvoklis (<i>FSM</i> režīms) (ieslēgt/atslēgt)
1.28.	elektroenerģijas ražošanas moduļa aktīvā jauda (MW)
1.29.	elektroenerģijas ražošanas moduļa reaktīvā jauda (MVar)
1.30.	elektroenerģijas ražošanas moduļa frekvences regulēšanas nestrādes zonas minimālā vērtība (Hz)
1.31.	elektroenerģijas ražošanas moduļa frekvences regulēšanas nestrādes zonas maksimālā vērtība (Hz)
1.32.	
1.33.	elektrostacijas elektroenerģijas ražošanas moduļa aktīvā jauda (MW)
1.34.	elektrostacijas elektroenerģijas ražošanas moduļa reaktīvā jauda (MVar)
1.35.	elektrostacijas elektroenerģijas ražošanas moduļa aktīvās jaudas regulēšana uz augšu (MW)
1.36.	elektroenerģijas ražošanas moduļa aktīvās jaudas regulēšana uz leju (MW)
1.37.	elektrostacijas elektroenerģijas ražošanas moduļa sprieguma iestatījums (kV)

6.5. Izolācijas kontrole

6.5.1. Maiņstrāvas elektrotīklos ar spriegumu, augstāku par 1 kV ar izolētu, kā arī caur lokdzēses zemētājreaktoru (kompensēts elektrotīkls) vai caur lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli, maiņstrāvas elektrotīklos ar spriegumu līdz 1 kV ar izolētu neitrāli, līdzstrāvas elektrotīklos ar izolētiem poliem vai izolētu viduspunktu jāizveido automātiska izolācijas kontrole, kas, pazeminoties vienas fāzes (vai pola) izolācijas pretestībai zemāk par uzdoto lielumu, iedarbina signalizāciju. Jābūt iespējai pēc signāla saņemšanas pārbaudīt spriegumu nesimetriju izmantojot mērinstrumentu ar vizuālu indikāciju.

6.6. Sinhronizācijas mērījumi

6.6.1. Mērījumiem, veicot precīzo manuālo ģeneratora sinhronizāciju, jāparedz šādi mērinstrumenti: divi voltmetri vai viens duālā tipa voltmets, divi hercmetri vai viens duālā tipa hercmets, sinhronskops, kura izmantošana dod iespēju pēc griešanās virziena noteikt, kurā pusē no elektrotīkla pārtraukuma frekvence ir augstāka un pēc griešanās ātruma noteikt frekvences starpību (Δf).

6.6.2. DVS mērījumiem, veicot elektrolīnijas vai transformatora, autotransformatora jaudas slēdža ieslēgšanu ar spriegumu un sinhronisma kontrolēm, jāparedz šādi DVS mērījumi: spriegumu starpība un leņķis starp spriegumiem abās jaudas slēdža pusēs, frekvenču starpība starp elektrotīkla frekvencēm abās jaudas slēdža pusēs ar iespēju pēc mērījuma zīmes noteikt, kurā pusē no elektrotīkla pārtraukuma frekvence ir augstāka un pēc griešanās ātruma noteikt frekvences starpību (Δf).

6.7. Traucējumu procesu elektrisko parametru reģistrācija

6.7.1. Elektroenerģijas sistēmas elektriskajā daļā jāparedz automātiskā traucējumu procesu reģistrācija. Jāreģistrē norādītie 6.4. tabulā elektriskie lielumi, kā arī RAA darbība, paredzot šim nolūkam notikumu un traucējumu procesu reģistrātorus, attiecīgas funkcijas digitālajos relejos.

Traucējumu procesu elektriskos lielumus un RAA darbības ieteicams reģistrēt ar soli 1 ms.

6.4. tabula

Automātiski reģistrējamie elektriskie parametri

Sadalnes elektroiekārtas spriegums	Automātiski reģistrējamie elektriskie parametri
330 kV	pievienojumiem trīs fāžu un nullsecības spriegumi, kopņu sistēmas vai sekcijas vienas fāzes vai visu fāžu spriegumi atkarībā no uzstādītiem spriegummaiņiem, pievienojumu trīs fāžu un nullsecības strāvas, RAA darbība.
110 kV	pievienojumu trīs fāžu un nullsecības spriegumi, kopņu sistēmas vai sekcijas vienas fāzes vai visu fāžu spriegumi atkarībā no uzstādītiem spriegummaiņiem, pievienojumu trīs fāžu un nullsecības strāvas, RAA darbība.
20 kV – 6 kV	20 kV – 6 kV sadalnēs ar digitālām aizsardzībām 110/20 kV – 6 kV apakšstacijās un elektrostacijās: kopņu sistēmas, sekcijas, ģeneratora fāžu spriegumi, ģeneratora neitrāles spriegums (ja neitrālē ir spriegummainis), pievienojumu trīs fāžu un nullsecības (elektrotīklos ar caur mazrezistīvu un lielrezistīvu pretestību zemētu neitrāli) strāvas ⁽²⁾ , RAA darbība.

Piezīme 1: Trīs fāžu un nullsecības spriegumi jāreģistrē, ja ir uzstādīti spriegummaiņi vai kombinētie mērmāiņi trīs fāzēs.

Piezīme 2: Blokā ģenerators-transformators strādājošiem ģeneratoriem jāreģistrē ģeneratora strāvas. Prasība attiecas arī uz elektrosaitēm starp elektrostaciju un sadales vai pārvades elektrotīklu, nodrošinot automātisko reģistrāciju elektrosaites abos galos.

Piezīme 3: PSO, SSO, elektrostacija un elektroenerģijas lietotājs, nepieciešamības gadījumā, var noteikt arī citus automātiski reģistrējamus elektriskos parametrus viņu valdījumā esošā elektrotīklā.

6.7.2. Automātiskiem notikumu un traucējumu procesu reģistrātoriem jāpalaižas, nostrādājot vai/un palaižoties RAA. Reģistrātorā valdītājs nosaka detalizētus reģistrātorā palaišanas nosacījumus.

6.7.3. 110 kV un 330 kV elektrolīnijām jāparedz bojājuma vietas noteikšanas funkcija digitālajos relejos. Ja SSO vai elektroenerģijas lietotājs uzskata par nepieciešamu, tad bojājuma vietas noteikšana jāveic arī zemāka sprieguma elektrolīnijām, izmantojot šim nolūkam paredzētas elektroiekārtas.