

Eestikeelse EEE üldsisukord

Üldeskirjad

- 1.1. Üldosa
- 1.2. Elektrivarustus ja elektrivõrgud
- 1.3. Juhtide valik soojenemise, majandusliku voolutiheduse ja koroonajärgi
- 1.4. Elektriparaatide ja juhtide valik lühisetingimuste järgi
- 1.5. Elektrienergia arvestus
- 1.6. Elektrimõõtmised
- 1.7. Maandamine ja elektriohutus
- 1.8. Elektriseadmete vastuvõtu-üleandeteimide maht ja normid
- 3.1. Kuni 1000-V võrkude kaitse
- 3.4. Abiahelad

Üldlevinud elektriseadmed

- 2.1. Elektrijuhtmestikud
- 2.2. Sildliinid pingega kuni 35 kV
- 2.3. Kaabelliinid pingega kuni 220 kV
- 2.4. Ohuliinid pingega kuni 1000 V
- 4.1. Jaotlad pingega kuni 1000 V
- 5.3. Elektrimootorid ja nende lülitusaparaadid
- 5.6. Kondensaatorseadmed
- 6.1. Elektrivalgustuse üldosa
- 6.2. Sisevalgustus
- 6.3. Välisvalgustus
- 6.4. Reklaamvalgustus
- 6.5. Valgustid ja installatsiooniparaadid
- 7.1. Elamute ja ühiskondlike hoonete elektriseadmed
- 7.2. Etendus- ja klubiasutuste ning spordiehitiste elektriseadmed
- 7.4. Tulcohutsoonide elektriseadmed

Üle 1000-V ohuliinid, jaotlad ja alajaamad

- 2.5. Ohuliinid pingega üle 1000 V
- 4.2. Jaotlad ja alajaamad pingega üle 1000 V

Erielektriseadmed

- 3.2. Releekaitse
- 3.3. Automaatika ja telemehaanika
- 4.3. Muundusalajaamad ja -seadmed
- 4.4. Akuseadmed
- 5.1. Elektrimasinaruumid
- 5.2. Generaatorid ja sünkroonkompensaatorid
- 5.4. Kraanade elektriseadmed
- 5.5. Liiftide elektriseadmed
- 7.3. Plahvatusohutsoonide elektriseadmed
- 7.5. Elektrotermiseadmed
- 7.6. Elektrikeevitusseadmed
- 7.7. Turbatööstuse elektriseadmed

AS EVR Infra tegevuseeskirja (kinnitatud AS EVR Infra juhatuse 10.02.2009 otsusega nr 8/5.1) lisa loetelus nimetatud dokument nr 3

ELEKTRISEADMETE EHITUSE EESKIRJAD

Erielektriseadmed

6T2.1

E52

UDK 621.31

Aigupärandi tiitel:

Правила устройства электроустановок. — 5-е изд. — М., 1977—1981.

Разд. III. Защита и автоматика. Гл. III-2. Релейная защита. Гл. III-3. Автоматика и телемеханика. Гл. III-4. Вторичные цепи. — М.: Энергоиздат, 1981.

Разд. IV. Распределительные устройства и подстанции. — М.: Атомиздат, 1978.

Разд. V. Электросиловые установки. — М.: Атомиздат, 1977.

Разд. VII. Электрооборудование специальных установок. — М.: Атомиздат, 1980.

Vene keelest tõlkinud T. Eelme, H. Harak, R. Hausmann, H. Karro, A. Uustalu.

Tõlke on läbi arutanud ja heaks kiitnud «Eesti Energiajärelevalve» energiainspeksioon.

Retsenseerinud E. Risthein.

Kaane kujundanud T. Aru.

E 43 Elektriseadmete ehituse eeskirjad; Erielektriseadmed.
— Tin.: Valgus, 1985. — 232 lk.

Eeskirjade valimikku on koostatud nõuded relekaitse, automaatika ja telemehaanika, muundus- ja akuseadmete, elektrimasinaraumide, generaatorite ja sünkroonkompensaatorite, kraanade, liitide, plahvatusohutusisoonide, elektrotermia-, elektrikeevitus- ja turbatööstuse elektriseadmete kohta.

Eeskirjad on kohustuslikud kõigi ametkondade töötajatele, kes projekteerivad, monteerivad, eksploateerivad ja kontrollivad eriotstarbelisi elektriseadmeid. Eeskirjad on vajalikud ka elektrotehniliste erialade õppuritele.

2302050000—033
E M902(16)—85 TL 11—11—83

31.2

- © Атомиздат, 1977—1981
© Энергоиздат, 1981
© Tõlge eesti keelde ja täiendused
Kirjastus «Valgus», 1985

Eessõna

Aastail 1976... 1982 anti vene keeles välja uued «Elektriseadmete ehituse eeskirjad» (lühendatult EEE, vene keeles ПУЭ-76). See EEE 5. trükk ilmus peatükkide, nende rühmade ja jagude kaupa 9 brošüürina (vt. normatiivdokumentide loetelu leheküljel 226). EEE venekeelne 4. trükk, mis viimati ilmus 1966. a., samuti selle tõlge, mis aastail 1964... 1968 ilmus 6 jaos «Eesti Raamatu» ja «Valguse» väljaandel, on kehtetud.

Lähtudes kirjastuslikest kaalutlustest (originaali osade ilmumise järjekord, väljaandmise operatiivsus, trükiarv, paberi kokkuhoid) ning rakenduslikest iseärasustest (peatükkide erinev suunitus, lugejate spetsiifika, mõningat liiki seadmete vähene levik) on EEE uus eestikeelne väljaanne kavandatud nelja valimikuna: 1) üldeeskirjad, 2) üldlevinud elektriseadmed, 3) üle 1000-V õhuliinid, jaotlad ja alajaamad, 4) erielektriseadmed. Valimikud sisaldavad ümberrühmitatult kõiki EEE peatükke. Kahte esimesse valimikku on koostatud enamkasutatavad peatükkid, kahte viimasesse aga vähemlevinud ja erieesmärgilisi elektriseadmeid käsitlevad peatükid. Valimike üldsisukord on esikaane siseküljel, originaali üldsisukord tagakaane siseküljel.

EEE 5. trüki on ette valmistanud NSV Liidu Energeetika ja Elektrifitseerimise Ministeerium (NSVL EEM) ning NSV Liidu Montaaži- ja Eriehitustööde Ministeeriumi organisatsioonid. Eeskirjade koostamisel on arvestatud kehtivate riiklike standardite, ehitusnormide ja -eeskirjade nõudeid, energeetika ja elektrotehnikatööstuse teaduslik-tehniliste ühingute soovitusi, energiasüsteemide, energiamüügi (nüüd energiajärelevalve) ettevõtete, projekteerimis- ja montaažiorganisatsioonide märkusi ning ettepanekuid.

Käesoleva valimiku eeskirjad on kooskõlastatud NSV Liidu Riikliku Ehituskomiteega ning kinnitatud NSVL EEM Energiasüsteemide Eksploataatsiooni Tehnikapeavalitsuse ja Riikliku Energiajärelevalve Inspektsiooni (nüüd Riiklik Energiajärelevalve Peavalitsus) poolt järgmiselt.

Peatüki nr.	Kinnitamise kuupäev	Kehtestamise kuupäev	Peatüki nr.	Kinnitamise kuupäev	Kehtestamise kuupäev
3.2	30.05.79	01.12.81	5.4	15.04.76	01.03.77
3.3	20.05.80	01.12.81	5.5	16.04.76	01.03.77
4.3	14.07.76	01.05.78	7.3	04.03.80	01.04.81
4.4	12.05.76	01.05.78	7.5	06.03.80	01.04.81
5.1	09.06.75	01.03.77	7.6	07.03.80	01.04.81
5.2	10.06.75	01.03.77	7.7	15.04.76	01.04.81

Seisuga 01.07.84 on vastavate otsustega parandatud (muudetud, täiendatud täpsustatud) järgmisi paragrahve.

Peatüki nr.	Otsuse nr.	Kehtestamise kuupäev	Parandatud paragrahvide numbrid
3.2	Э-1/84	01.07.84	3.2.74
4.4	Э-12/81	01.12.81	4.4.19 ... 4.4.23, 4.4.25, 4.4.29, 4.4.35
5.4	Э-5/82	01.10.82	5.4.43, 5.4.51, 5.4.54, 5.4.55
5.5	Э-2/83	01.04.83	5.5.6, 5.5.7, 5.5.9, 5.5.11
	Э-2/84	07.05.84	5.5.6
7.3	Э-4/84	01.07.84	7.3.23 (täpsustatud), 7.3.39, 7.3.42, 7.3.48, 7.3.53 (tabel 7.3.9), 7.3.61, 7.3.78 ... 7.3.86 (ka tabel 7.3.13), 7.3.89, 7.3.91, 7.3.94, 7.3.98, 7.3.103, 7.3.115, 7.3.133 ... 7.3.135, 7.3.139, 7.3.140

Eeskirju täiendatakse ka edaspidi. Parandused avaldatakse tehnikaajakirjades («Электрические станции» jt.). Ettevalmistamisel on EEE venekeelne 6. trükk. Nõudeid elektriseadmete ehituse kohta tuuakse veel paljudes muudes normatiivdokumentides. Tähtsamad neist leiab lugeja normatiivdokumentide loetelust, mille on koostanud A. Uustalu. Eri dokumentide vastuoluliste nõuete korral tuleb

tavaliselt juhinduda hiljem kinnitatud nõudest või vastavast selgitusest.

EEE nõuded on kohustuslikud kõigile ametkondadele piires, mis on sätestatud peatükkide esimestes paragrahvides või eri otsustes (näiteks raudteeseadmete kohta).

Käesolevas väljaandes on lisaks eelmainitud parandustele tehtud mõningaid täpsustusi, mis on kooskõlastatud Riikliku Energiajärelevalve Peavalitsusega. Ühtlasi on lisatud selgitusi. Parandused, selgitused ja originaali allmärkused on toodud vastava paragrahvi või lõigu lõpus ja varustatud viitega allikale. Tõlkijate lisatud tekst on kaldkirjas.

EEE peatükkide ja paragrahvide numbrite esimene osa tähistab jagu, teine peatükki. Tingituna peatükkide ümberühmitamisest on numeratsioon lünklik. Originaali jagusid tähistavad rooma numbrid on asendatud araabia numbritega, numbreid eraldavad sidekriipsud aga punktidega. Peatükkides, kus EEE eelmise väljaande numeratsioon säilitati, on täiendavate paragrahvide numbritele originaalis lisatud tähed A, B, B, Г, Д asendatud käesolevas vastavalt A, B, C, D, E. Näiteks originaali paragrahvi V-1-13B vastab tõlkes 5.1.13B. Tõlkimisel on parandatud paragrahvi viiteid, mis EEE varem ilmunud peatükkides osutavad EEE 4. väljaandele.

Arvulised piirväärtused kirjutatud või mõeldavate sõnadega «alates» ja «kuni» on alati antud kaasaarvatuna. Mõõtarvud on väljendatud rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) ühikutes.

Defineeritud terminid on ühiselt läbi vaadanud ja heaks kiitnud ENSV TA Keele ja Kirjanduse Instituudi, kirjastuse «Valgus», Tallinna Polütehnilise Instituudi, trusti «Sevzapelektromontazh» Eesti Montaaživalitsuse, «Eesti Energia» ja «Eesti Energiajärelevalve» esindajad. Määratlustes on toodud ka venekeelsed terminid. Kui eestikeelseid termineid on võrreldes eelmise tõlkega muudetud, siis on toodud ka endine termin (tähisega *end.*).

Siinkohal avaldame tänu tehnikakandidaad V. Vagasele ulatusliku abi eest ptk. 7.3 tõlkimisel ja plahvatuskindlusalaste oskussõnade täpsustamisel.

Tõlge vastab eeskirjade seisule 01.07.84.

Tõlkijad

Peatükk 3.2 RELEEKAITSE

Kehtivuspiirkond

3.2.1. EEE käesolev peatükk kehtib energiasüsteemide elektriosa elementide, tööstuslike ja teiste üle 1000-V elektriseadmete: generaatorite, trafode või autotrafode, generaator-trafo-plokkide, elektriliinide, lattide ja sünkroonkompensaatorite releekaitse kohta.

Üle 500-kV elektriseadmete, üle 35-kV kaabelliinide, aatomielektrijaamade elektriseadmete ja alalisvooluülekannete kaitset EEE käesolev peatükk ei käsitle.

Nõuded kuni 1000-V elektrivõrkude, elektrimootorite, kondensaatorseadmete ja elektrotermiseadmete kaitse kohta on toodud EEE vastavates peatükkides 3.1, 5.3, 5.6 ja 7.5.

Käesolevas ja teistes peatükkides käsitlemata jäänud elektriseadmete elementide releekaitse peab vastama käesoleva peatüki üldnõuetele.

Üldnõuded

3.2.2. Elektriseadmetel peab olema releekaitse, mis

a) lahutab vigastatud elemendi lülitite abil automaatselt ülejäänud, vigastamata elektrisüsteemist (elektriseadmetest); kui vigastus (näiteks maalihendus isoleeritud neutraaliga võrgus) elektrisüsteemi tööd otseselt ei häiri, võib releekaitse olla ainult signaaltoimega;

b) reageerib elektrisüsteemi elementide ohtlikele, ebanormaalsetele olukordadele (näiteks liigkoormusele või hüdrogeneraatori staatorimähise pinge tõusule); sõltuvalt elektriseadme töörežiimist ja eksploatatsioonitingimustest peab releekaitse kas andma signaali või välja lülitama elemendid, mis töösejätmisel võiksid põhjustada vigastuse.

3.2.3. Elektriseadmete odavamaks muutmise eesmärgil tuleb kaitselülitite ja reelekaitse asemel kasutada sulavkaitsmeid, kui need

saab valida nõutavate parameetritega (nimipinge ja -vool, nimilahutusvool jm.);

tagavad kaitse nõutava selektiivsuse ja tundlikkuse;

ei takista elektriseadme töötingimustele vastava automaatika (automaatse taaslülitamise, reservi automaatse lülitamise jms.) kasutamist.

Sulavkaitsmete kasutamisel tuleb sõltuvalt ebasümmeetria tasemest osafaasilises režiimis ja toitepinge iseloomust kaaluda, kas vastuvõtualaajaama ei tuleks paigaldada kaitset osafaasirežiimi eest.

3.2.4. Reelekaitse peab lühised võimalikult kiirelt välja lülitama, et säilitada süsteemi vigastamata osa katkematu töö (sh. elektrisüsteemi ja tarbijate elektriseadmete stabiilne töö, normaalse töö taastamise võimalus automaatse taaslülitamise ja reservi automaatse lülitamise eduka toimel, elektrimootori isekäivitumine, sünkronismi taastamine jms.) ja piirata elemendi vigastuse ulatust ning määra.

3.2.5. Väljalülitustoimega releekaitse peab üldjuhul olema selektiivne, et elektriseadme mingi elemendi vigastumisel lülituks välja ainult see element.

Mitteselektiivset kaitset (koos automaatse taaslülitamise või reservi automaatse lülitamise) võib kasutada

a) lühiste väljalülitamise kiirendamiseks (vt. 3.2.4), kui see osutub vajalikuks;

b) kiirlahutite kasutamisel liinide või trafode ahelais, kus lahuti lülitab vigastatud elemendi välja voolupausi ajal.

3.2.6. Reelekaitset, mille selektiivsus tagatakse viidetega, on lubatud kasutada juhul, kui

lühiste lahutamisel viitega on täidetud paragrahv 3.2.4 nõuded;

kaitse töötab reservkaitsena (vt. 3.2.15).

3.2.7. Reelekaitse talitluse töökindlus (s. t. kindel rakendamine rakendumistingimuste tekkimisel ja mitterakendamine nende puudumisel) peab olema tagatud aparatuuri parameetrilise ja ehitusliku otstarbele vastavusega ning korrahase hooldamisega.

Vajaduse korral tuleb töökindluse tõstmiseks rakendada eriabinõusid, eriti reserveerimislülitusi, seisundi pidevat või perioodilist kontrolli jms. Arvestada tuleb ka teenin-

dava personali väärtomingute tõenäosust releekaitse operatsioonide sooritamisel.

3.2.8. Kui releekaitse on pingehelaid, tuleb ette näha seadised, mis

lülitavad kaitse automaatselt välja kaitseülilite väljalülitamisel, kaitsete läbipõlemisel või pingehelate muude rikete puhul (kui need rikked võivad normaalrežiimis põhjustada kaitse iserakendumist) ning signaaliseerivad nende ahelate riketest;

annavad signaali riketest pingehelais, kui need rikked normaalrežiimis ei põhjusta kaitse iserakendumist, kuid võivad põhjustada liigrakendumist muudes tingimustes (näiteks lühise puhul väljaspool kaitse mõjupiirkonda).

3.2.9. Kiiretoimelise releekaitse paigaldamisel torulahenditega elektriliinidele tuleb välistada lahendite mõju kaitsele, milleks

releekaitse vähim rakendusaeg väljalülitussignaali andmise hetkeni peab olema suurem lahendi ühekordse rakendumise kestusest, nimelt ligikaudu 0,06...0,08 s;

lahendi vooluimpulsi toimel rakenduvail kaitse käivituseadistel peab olema võimalikult väike ennistusaeg (ligikaudu 0,01 s impulsi kadumise hetkest).

3.2.10. Viitega releekaitse puhul tuleb igal konkreetsel juhul kaaluda, kas kaitse ei peaks reageerima lühisvoolu või takistuse algväärtusele, et vältida rakendustörkeid (näiteks lühisvoolude sumbumisest aja jooksul, pendelduste tekkimisest, kaarest lühisekohas jne.).

3.2.11. 110-kV või kõrgema pingega elektrivõrkude kaitse peavad olema seadised, mis blokeerivad nende toime pendeldamise või asünkroonsuse puhul, kui need nähtused nimetatud võrkudes võivad kaasa tuua kaitse liigrakendumise.

Selliseid seadiseid võib kasutada ka alla 110-kV liinidel, mis ühendavad omavahel toiteallikaid (arvestades pendeldamise või asünkroonsuse tekke tõenäosust ja liigväljalülitumiste tagajärgi).

Kaitse võib olla ka ilma pendeldusblokeeringuta, kui kaitse rakendumine pendeldamise toimel on ajaliselt välistatud (kui kaitse viide on ligikaudu 1,5...2 s).

3.2.12. Releekaitse rakendumist tuleb fikseerida näidik-releedega, releedesse sisseehitatud rakendumisnäituritega, rakendumisloenduritega või muude seadistega sel määral, mil seda nõuab kaitse töö arvestus ja analüüs.

3.2.13. Releekaitse väljalülitumisi fikseerivad seadised

tuleb paigaldada nii, et signalisatsioon hõlmaks iga kaitse toimet ja keeruka kaitse puhul ka tema osade omi (näiteks kaitse eri astmed, üksikud kaitsekomplektid mitmesuguste vigastuste eest jms.).

3.2.14. Elektriseadme igal elemendil peab olema põhikaitse, mis reageerib kogu kaitstava elemendi ulatuses esinevate vigastuste puhul kiiremini kui teised selle elemendi kaitseid.

3.2.15. Külgnevate elementide kaitsete või lülitite tõrke puhuks tuleb ette näha kaugreserveerimiskaitse.

Kui elemendi põhikaitse selektiivsus on absoluutne (näiteks kõrgsageduskaitse, piki- või ristdiferentsiaalkaitse), tuleb sellele elemendile paigaldada reservkaitse, millel on nii kaug- kui lähireserveerimise funktsioonid, s. t. mis toimiks antud elemendi põhikaitse tõrke või tööst väljalangemise korral. Kui näiteks põhikaitseks faasidevahelise lühise eest on faasidiferentsiaalkaitse, võib reservkaitseks olla kolmeastmeline distantskaitse. Kui 110-kV või kõrgema pingega liini põhikaitse selektiivsus on suhteline (näiteks astmeline viidetega kaitse), siis

võib eraldi reservkaitsest loobuda tingimusele, et selle liini lühise korral on kindlalt rakenduvaks reservkaitseks külgnevate elementide kaitseid;

tuleb rakendada lähireserveerimisabinõud, kui kaugreserveerimine selle liini lühise puhul pole tagatud.

3.2.16. 35-kV või kõrgema pingega elektriliinidel võib vigastuse kindlamaks väljalülitamiseks liini alguses lisakaitseks kasutada viiteta voolulõiget, tingimusele et on täidetud 3.2.26 nõuded.

3.2.17. Juhul kui täielik kaugreserveerimine muudab kaitse märgatavalt keerukamaks või kui see osutub tehniliselt võimatuks, võib

1) jätta reserveerimata lühiste väljalülitamise trafode järel; reaktoritega liinidel; 110-kV või kõrgema pingega liinidel, kui on olemas lähireserveerimine nendega külgneval 6...35-kV pikal liinilõigul;

2) kaugreserveerimist ette näha ainult kõige sagedamini esinevate vigastusliikide jaoks, jättes arvestamata harva esinevad töörežiimid, kuid arvestades kaitse kaskaadtoimet;

3) kasutada mitteselektiivset kaitset külgnevate elementide lühiste puhul (kaugreservtoime puhul), üksikjuhtudel alajaamade väljalülitamise võimalusega; võimaluse korral

tuleb toide taastada automaatse taaslülitamise või reservi automaatse lülitamise abil.

3.2.18. 110...500-kV elektriseadmetes tuleb ette näha võimsuslüliti lahutustõrkekaitse. 110...220-kV pingel võib sellest loobuda, kui

1) on tagatud kaugreserveerimiseseadmete nõutav tundlikkus ja stabiilsustingimuste järgi lubatav väljalülitamiskiirus;

2) reservkaitsete toimel ei lange täiendavalt välja elemente nende lülitite väljalülitumise tõttu, mis ei paikne tõrkega lüliti otseses naabruses (kui näiteks puuduvad sektioneeritud latid või harundiga liinid).

Nendes elektrijaamades, kus generaatorite staatorimähistel on otsejahutus, tuleb generaatorite vigastumise vältimiseks 110...500-kV lülitite tõrgete puhul ette näha võimsuslüliti lahutustõrkekaitse muudest tingimustest sõltumata.

Elektriseadme vigastatud elemendi (näiteks liini, trafo või lati) ühe lüliti tõrke puhul peab lahutustõrkekaitse välja lülitama lülitiid tõrkega lüliti naabruses.

Kui kaitset on ühendatud eraldiseisvate voolutrafodega, peab võimsuslüliti lahutustõrkekaitse reageerima ka nende voolutrafode ja lülitite vahelise tsooni lühistele.

Kasutada võib ka lihtsustatud lahutustõrkekaitset, mis ei reageeri kõigi elementide lühistele, vaid näiteks ainult liini lühistele; peale selle võib pingel 35...220 kV kasutada seadmeid, mis lülitavad välja ainult latte ühendava (sektiooni-) lüliti.

Kui kaugreserveerimine ei ole küllalt efektiivne, tuleb kaaluda, kas lisaks võimsuslüliti lahutustõrkekaitsele ei tuleks tõhustada lähireserveerimise töökindlust.

3.2.19. Kui reservkaitse moodustab eraldi komplekti, tuleb see üldjuhul paigaldada nii, et töötava elemendi puhul oleks võimalik eraldi kontrollida või remontida nii põhi- kui ka reservkaitset. Põhi- ja reservkaitset tuleb üldjuhul toita voolutrafode eri sekundaarmähistelt.

220-kV või kõrgema pingega elektriliinide põhi- ja reservkaitse operatiivvahelaid tuleb üldjuhul toita alalisvooluga eraldi kaitselülitite kaudu.

3.2.20. Releekaitse põhitüüpide tundlikkust tuleb hinnata tundlikkusteguriga, mis määratakse

kaitsete korral, mis reageerivad vigastustel kasvavatele suurustele, nende suuruste (näiteks pinge või voolu) arvu-

tusväärtuse ja kaitsete rakendamisparameetrite (sätete) suhtena kaitstava tsooni metallilise lühise puhul;

kaitse korral, mis reageerivad vigastuste tingimustes vähenevatele suurustele, rakendamisparameetrite (sätete) ja nende suuruste arvutusväärtuste (näiteks pinge või takistuse) suhtena kaitstava tsooni metallilise lühise puhul.

Suuruste arvutusväärtused tuleb määrata kõige ebasoodsamaist vigastusliikidest lähtudes, kuid elektrisüsteemi jaoks reaalselt võimalikus töörežiimis.

3.2.21. Põhikaitsete tundlikkuse hindamisel tuleb lähtuda nõudest, et tundlikkustegurid ei oleks väiksemad järgmistest ligikaudsetest väärtustest.

1. Kõik maksimaalvoolukaitsed ja üheastmelised vastu- või nulljärgnevuskomponentidele lülitatud voolukaitsed voolu- ja pingeseadistel — 1,5;

vastu- või nulljärgnevusvõimsus-suunaseadistel — 2,0 võimsuse järgi ning 1,5 voolu ja pinge järgi;

koguvoolule ja -pingele lülitatud võimsus-suunaseadistel — võimsuse järgi ei normita, voolu järgi 1,5.

0,23...0,4-kV alampingega trafode maksimaalvoolukaitsete vähim tundlikkustegur peab olema vähemalt 1,5.

2. Kõik astmelised voolu- või voolu- ja pingekaitsed, mis on lülitatud koguvoolule, -pingele või nulljärgnevuskomponentidele

voolu- ja pingeseadistel kaitseastmes, mis peab reageerima lühisele kaitstava lõigu lõpul, arvestamata reservtoimet — 1,5, töökindla selektiivse reservastme olemasolul aga 1,3; kui liini vastaspooles otsas on olemas eraldi latidekaitse, võivad vastavad tegurid (1,5 ja 1,3) nulljärgnevuskaitse astme jaoks olla tagatud kaskaadväljalülitamisrežiimis;

null- ja vastujärgnevusvõimsus-suunaseadistel — 2,0 võimsuse järgi ja 1,5 voolu ning pinge järgi;

koguvoolule ja -pingele lülitatud võimsuse-suunaseadistel — võimsuse järgi ei normita, voolu järgi 1,5.

3. Distantkaitse faasilühiste eest

mis tahes käivitusseadistel ja distantkaitse kolmandal astmel — 1,5

distantkaitse teisel astmel, mis peab reageerima kaitstava lõigu lõpus esinevale lühisele, arvestamata reservtoimet — 1,5, kaitse kolmanda astme olemasolu korral — 1,25; nimetatud astme tundlikkustegur voolu järgi (täppis-töövoolu suhes) peab olema 1,3 samas punktis esineva vigastuse korral.

4. Generaatorite, trafode, liinide ja teiste elementide pikidiferentsiaalkaitse ning lattide täielik diferentsiaalkaitse — 2,0; generaatorpingelattide mittetäieliku diferentsiaalkaitse voolukäivitusseadise tundlikkustegur peab olema 2,0, generaatorpinge lattide mittetäieliku diferentsiaalkaitse esimesel astmel aga 1,5 (lattide lühise puhul).

Generaatorite ja trafode diferentsiaalkaitse tundlikkust tuleb kontrollida klemmide lühise puhul. Mähise otsejahutusega hüdro- ja turbogeneraatoreil tuleb kaitse rakendusvool võtta väiksem generaatori nimivoolust, sõltumata tundlikkusteguri väärtusest (vt. 3.2.36). 63-MV-A või võimsamatel autotrafodel ja pingekõrgendustrafodel on rakendusvool soovitatav võtta nimivoolust väiksem pidurdust arvestamata (autotrafodel aga väiksem tüüpvõimsusele vastavast voolust). Ulejäanud 25-MV-A või võimsamate trafode korral on soovitatav, et rakendusvool ei ületaks trafo 1,5-kordset nimivoolu, pidurdust arvestamata.

Trafo või generaator-trafo-ploki diferentsiaalkaitsel võib tundlikkustegurit vähendada väärtuseni 1,5 järgmistel juhtudel (kui väärtuse 2,0 tagamine muudab kaitse märgatavalt keerukamaks või kui see osutub tehniliselt võimatuks):

lühise puhul alla 80-MV-A pingemadaldustrafo alampingepoole klemmidel (pinge reguleerimist arvestades);

trafo pingestamisel või lühiajalistes töörežiimides (näiteks ühe toitepoole väljalülitamisel).

Vigastatud lattide pingestamisel ühe toiteelemendi lülitamise abil võib lattide diferentsiaalkaitse tundlikkustegurit vähendada väärtuseni 1,5.

Nimetatud tegur 1,5 kehtib ka trafo diferentsiaalkaitse kohta, kui lühis tekib diferentsiaalkaitse mõjupiirkonnas, trafo alampingepoolele paigaldatud reaktori taga. Kui on olemas muid kaitseid, mis hõlmavad reaktorit ja vastavad tundlikkustõuetele lühise puhul reaktori taga, pole selles punktis tekkiva lühise puhul vaja trafo diferentsiaalkaitse tundlikkustõudeid täita.

5. Rööpliinide ristdiferentsiaalsuunakaitseid: faasidevaheliste lühiste ja maalühiste kaitsekomplektide käivitusseadise voolu- ja pingereleedel: 2,0, kui lülitid vigastatud liini mõlemas otsas (võrdse tundlikkuse punktis) on sisse lülitatud, ja 1,5, kui lüliti vigastatud liini vastasotsas on välja lülitatud;

nulljärgnevusvõimsus-suunaseadisel — 4,0 võimsuse järgi ning 2,0 voolu ja pinge järgi, kui lüliti on liini mõlemas otsas sisse lülitatud, ning 2,0 võimsuse järgi ja 1,5

voolu ning pinge järgi, kui lüliti on liini vastaspooles otsas välja lülitatud;

võimsus-suunaseadisel, mis on lülitatud koguvoolule ja -pingele: võimsuse järgi ei normita, voolu järgi aga 2,0, kui lülitid liini mõlemas otsas on sisse lülitatud, ja 1,5, kui liini vastaspooles otsas on lüliti välja lülitatud.

6. Kõrgsagedusblokeeringuga suunakaitse: vastu- või nulljärgnevusvõimsus-suunaseadisel, mis kontrollib väljalülitusahelat — 3,0 võimsuse järgi ning 2,0 voolu ja pinge järgi;

käivitusseadisel, mis kontrollib väljalülitusahelat — 2,0 voolu ja pinge järgi ning 1,5 takistuse järgi.

7. Kõrgsageduslikud faasidiferentsiaalkaitseid: 2,0 voolu ja pinge järgi ning 1,5 takistuse järgi.

8. Trafode ja kuni 1-MW võimsusega generaatorite viiteta voolulõiked — 2,0 lühise puhul kaitse paigalduskohas.

9. Signaal- või väljalülitustoimega maaühenduskaitsed isoleeritud neutraaliga võrkude kaabelliinides: põhisagedusega vooludele reageerivad kaitsed — 1,25; kõrgema sagedusega vooludele reageerivad kaitsed — 1,5.

10. Signaal- või väljalülitustoimega maaühenduskaitsed isoleeritud neutraaliga võrkude õhuliinides — 1,5.

3.2.22. Paragrahvi 3.2.21 punktides 1, 2, 5 ja 7 toodud tundlikkustegurite määramisel tuleb arvestada järgmist.

1. Induksioontüüpi võimsus-suunarelee tundlikkust võimsuse järgi kontrollitakse ainult tema lülitamisel voolu või pinge vastu- ja nulljärgnevuskomponentidele.

2. Absoluutväärtuste või faaside võrdlusel põhinevate võimsus-suunareleede tundlikkust kontrollitakse

koguvoolule ja -pingele lülitamisel — voolu järgi; vastu- ja nulljärgnevusvooludele ja -pingetele lülitamisel — voolu ja pinge järgi.

3.2.23. Kogumislattidele töötavil generaatoreil on staatorimähise väljalülitustoimega maaühendusvoolukaitse tundlikkus määratud tema rakendusvooluga, mis ei tohi ületada 5 A. Erandjuhul võib rakendusvool olla kuni 5,5 A.

Trafoga ploki töötavil generaatoreil peab kogu staatorimähise hõlmava maaühenduskaitses tundlikkustegur olema vähemalt 2,0; nulljärgnevuspingekaitsel, mis ei hõlma kogu staatorimähist, ei tohi rakenduspinge olla üle 15 V.

3.2.24. Vabastite dešunteerimisel põhinevate vahelduvvoolu-operatiivahelatega kaitsete tundlikkuse kontrollimi-

sel tuleb arvestada voolutrafoode tegelikku vooluviga pärast dešunteerimist. Vabastite vähim lubatud tundlikkustegur, mis määratakse kindlaks nende töökindla rakendumise tingimusest lähtudes, peab olema ligikaudu 20% suurem vastavate kaitsete omast (vt. 3.2.21).

3.2.25. Reservkaitsete tundlikkustegurid lühise puhul külgnava elemendi lõpus või mitmest reserveerimissooni kuuluvast elemendist kõige kaugema lõpus, peavad olema vähemalt (vt. ka 3.2.17)

voolu-, pingele- ja takistusseadisel 1,2;
vastu- ja nulljärgnevusvõimsus-suunaseadisel 1,4 võimsuse järgi ning 1,2 voolu ja pingele järgi;
kogu voolule ja -pingele lülitatud võimsus-suunaseadisel võimsuse järgi ei normita, voolu järgi 1,2.

Lähireserveerimise reservkaitse (vt. 3.2.15) tundlikkuse hindamisel tuleb lähtuda paragrahvis 3.2.21 vastavate kaitsete jaoks toodud tundlikkustegureist.

3.2.26. Liinide lisakaitseks toimiva viiteta voolulõike tundlikkustegur peab kaitse paigalduskohas kõige ebasoodsamas režiimis tekkiva lühise puhul olema vähemalt 1,2.

3.2.27. Kui järgmise astme kaitse võib toimida selle tõttu, et eelmise elemendi kaitsetel on tekkinud tõrge puuduliku tundlikkuse tagajärjel, tuleb nende kaitsete tundlikkused omavahel sobitada.

Need kaugreserveerimiseks määratud kaitseastmed võib jätta omavahel sobitamata, kui lühise säilimine järgmise elemendi kaitse (näiteks generaatorite või autotrafoode vastujärgnevuskaitse) puuduliku tundlikkuse tõttu võib põhjustada raskeid tagajärgi.

3.2.28. Maandatud neutraaliga võrkudes tuleb jõutrafoode releekaitse tingimustest lähtudes valida selline neutraalide maandusrežiim (s. t. maandatud neutraaliga trafode paigutus), mille puhul voolude ja pingete väärtused maalühisel tagavad võrguelementide releekaitse toime elektrisüsteemi kõigis võimalikes ekspluaterimisrežiimides.

Pingekõrgendus- ja kahe- või kolmepoolse toitega trafodel (või sünkroonmootoreilt või -kompensatoreilt märgatavat lisatoidet saavatel trafodel), mille mähise isolatsioon on nullväljaviigu poolel mittetäielik, peab üldjuhul olema välditud nende jaoks lubamatu, isoleeritud neutraaliga töörežiimi tekkimine, kui lattidel või 110...220-kV võrgulõigul tekib ühe faasi maalühis (vt. 3.2.63).

3.2.29. Voolutrafood, millega toidetakse lühiste eest kaitsevate releekaitseadmete vooluahelaid, peavad vastama järgmistele nõuetele.

1. Et vältida kaitse liigrakendumist lühise puhul väljaspool kaitse mõjutsooni, ei tohi voolutrafo koguviga vooluviga üldjuhul ületada 10%. Suurem viga võib olla kaitsetel, mille õige töö suurema vea puhul tagatakse eriabinõudega (näiteks lattide pidurdatud diferentsiaalkaitsega). Nimetatud nõudeist tuleb kinni pidada

astmelistel kaitsetel — lühise puhul kaitseastme mõjutsooni lõpus, astmelistel suundkaitsetel aga ka välislühise puhul;

ülejäanud kaitsetel — välislühise puhul.

Diferentsiaalkaitsetel (näiteks lattide, trafode, generaatorite jms. jaoks) tuleb arvesse võtta koguviga, ülejäanud kaitsetel aga vooluviga. Kui kaitse on lülitatud kahe või enam voolutrafo liitvoolule, või kui on tegemist välislühisega, tuleb arvesse võtta koguviga.

Voolutrafoode lubatud koormuste arvutamisel võib lähteveaks võtta koguvea.

2. Et kaitsetel lühise puhul kaitsetsooni alguses ei esineks tõrkeid, ei tohi voolutrafoode vooluviga ületada võimsus-suunarelee või voolurelee kontaktide suurenenud vibratsiooni tingimuste järgi — antud releetüübile lubatud väärtusi;

võimsus-suunarelee või takistussuunareleele äärmiselt lubatud nurgavea tingimuste järgi — 50%.

3. Pingele voolutrafoode sekundaarmähise klemmidel ei tohi kaitsetsooni lühise puhul ületada releekaitse- ja automaatikaseadmetele lubatud väärtust.

3.2.30. Elektrimõõteriistade (sealhulgas arvestite) ja releekaitse vooluahelad peavad üldjuhul olema ühendatud voolutrafo eri mähisega.

Voolutrafo ühe mähisega võib neid ühendada paragrahvide 1.5.18 ja 3.2.29 nõuete täitmisel. Nende kaitsete ahelasse, kus tööpõhimõtte järgi võivad vooluahelate rikete puhul esineda talitlustõrked, tohib elektrimõõteriistu ühendada ainult läbi vahevoolutrafoode ja tingimusel, et voolutrafood rahuldavad paragrahvi 3.2.29 nõudeid vahevoolutrafoode avatud sekundaarahela puhul.

3.2.31. Kui võimalik ja kui see muudab elektriseadme lihtsamaks ning odavamaks, on soovitatav kasutada primaar- või sekundaarvabastitega või vahelduvoperatiivvoolul toimivaid kaitseid.

3.2.32. Operatiivahelate vahelduvvooluallikana tuleb lühiskaitsete jaoks üldjuhul kasutada kaitstava elemendi voolutrafosid.

Sõltuvalt konkreetsetest tingimustest tuleb kasutada üht järgmistest lülitustest: lülitite vabastite desunteerimine, toiteploki kasutamine või laetavate kondensaatorplokkide kasutamine.

3.2.33. Releekaitse, mida tuleb tööst välja lülitada võrgurežiimingimuste, selektiivsustingimuste vms. tõttu, peavad olema eriseadised, mis võimaldavad operatiivpersonalil väljalülitamist teostada.

Ekspluatatsioonilisteks kontrollideks ja teimideks peavad kaitse skeemis, kus see on vajalik, olema teimiplokid või -klemmid.

Generaatorpinge-kogumislattidele ühendatud turbogeneraatorite kaitse¹

3.2.34. Üle 1-MW võimsusega üle 1000-V turbogeneraatoritel, mis on ühendatud generaatorpingelattidega, peavad olema releekaitseadmed järgmiste vigastuste ja ebanormaalseste töörežiimide eest:

- 1) faasilühised generaatori staatorimähises ja selle klemmidel;
- 2) maaühendused staatorimähises;
- 3) kaksikmaauhendused (üks staatorimähises, teine välisvõrgus);
- 4) ühe faasi keerulühised staatorimähises (kui mähis koosneb väljatoodud klemmidega paralleelharudest);
- 5) välislühised;
- 6) vastujärgnevusvooludest põhjustatud liigkoormused (üle 30-MW generaatoritel);
- 7) staatorimähise sümmeetrilised liigkoormused;
- 8) ergutusmähise voolu-liigkoormused (mähise otsejahutusega generaatoritel);
- 9) maaühendused ergutusahela kahes punktis;
- 10) asünkroonrežiim ergutuse kadumisel (vastavalt paragrahvile 3.2.49).

¹ Paragrahvide 3.2.34 ... 3.2.50 nõuetest võib juhinduda ka muude generaatorite korral.

3.2.35. Generaatorpinge kogumislattidele töötaval 1-MW või väiksema võimsusega üle 1000-V turbogeneraatoritel peab olema releekaitse vastavalt 3.2.34 punktidele 1 ... 3, 5, 7.

Kuni 6-MW võimsusega kuni 1000-V turbogeneraatoreid, mis on ühendatud generaatorpinge-kogumislattidega, on soovitatav kaitsta vastavalt 3.2.30 nõuetele.

3.2.36. Üle 1-MW võimsusega üle 1000-V turbogeneraatoritel, mille faasil on väljaviigud neutraali poolel, peab olema pikidiferentsiaalkaitse staatorimähise faasilühiste eest (erand vt. 3.2.37).

Kaitse peab välja lülitama kõik generaatori lülitid, kustutama välja ning seiskama turbiini.

Kaitse mõjutsooni peavad peale generaatori kuuluma generaatori ühendused elektriamaa kogumislattidega (kuni lülitini).

Pikidiferentsiaalkaitse rakendusvool ei tohi olla üle $0,6/jv$ (I_N — generaatori nimivool). Kuni 30-MW võimsusega kaudjahutusega generaatoritel võib kaitse rakendusvool olla $(1,3...1,4)I_N$.

Kaitse vooluahelate korrasolekut tuleb kontrollida, kui kaitse rakendusvool on suurem kui I_N .

Pikidiferentsiaalkaitse ei tohi reageerida hälbevoolude siirdeväärtustele (selleks võib kasutada näiteks küllastatud vahetrafodega releed).

Kaitse peab hõlmama kolme faasi ja olema kolmereeline. Kuni 30-kW võimsusega generaatoritel võib kaitse hõlmata vaid kaht faasi ning olla kahe releega, kui on olemas kaitse kaksikmaauhenduste eest.

3.2.37. Kuni 1-MW võimsusega üle 1000-V generaatoritel, mis töötavad paralleelselt teiste generaatorite või elektrisüsteemiga, peab kogumislattidega ühendatud klemmide poolel olema viiteta voolulõige kaitseks staatorimähise faasilühiste eest. Kui voolulõige ei vasta tundlikkusnõuetele, võib selle asemel kasutada pikidiferentsiaalkaitset.

Voolulõiget võib diferentsiaalkaitse asemel kasutada ka suurema võimsusega generaatoritel, kui neil puuduvad faaside neutraalipoolsed väljaviigud.

Üksikult töötavad kuni 1-MW võimsusega üle 1000-V generaatoreid tuleb staatorimähise faasilühiste eest kaitsta välislühiskaitsega (vt. 3.2.44).

Kaitse peab välja lülitama kõik generaatori lülitid ja kustutama välja.

3.2.38. Üle 1000-V generaatoril peab staatorimähise maalühise kaitseks loomuliku mahtvusliku 5-A või suurema maaühendusvoolu korral (sõltumata kompensatsiooni olemasolust või puudumisest) olema voolukaitse, mis reageerib kas maalühise koguvoolule või selle kõrgematele harmoonilistele. Selle ühendamiseks võib vajaduse korral vahetult generaatori klemmidele paigaldada nulljärgnevusvoolutrafo. Kaitset on soovitatav kasutada ka alla 5-A mahtvusliku maaühendusvoolu korral.

Kaitse ei tohi reageerida siirdeprotsessidele ja peab toimima vastavalt paragrahvide 3.2.36 ja 3.2.37 nõuetele.

Juhul kui kaitset maalühiste eest ei paigaldata (sest alla 5-A mahtvusliku maaühendusvoolu korral pole see tundlik) või kui kaitse ei toimi (näiteks generaatorpingevõrgu mahtvusliku voolu kompenseerimise puhul), võib generaatorit maalühiste eest kaitsta lattidele paigaldatud signaaltoimelise isolatsioonikontrolliseadmega.

3.2.39. Nulljärgnevusvoolutrafo paigaldamisel generaatorite kaitseks ühefaasiliste maaühenduste eest tuleb sama voolutrafoga ühendada voolukaitse kaksikmaaühenduste eest.

Toimekindluse tõstmiseks suuritel vooludel tuleb kasutada küllastatud voolutrafoga releed. Sel kaitse ei tohi olla viidet ja see peab toimima nagu paragrahvides 3.2.36 või 3.2.37 näidatud kaitse.

3.2.40. Väljatoodud paralleelharudega generaatori staatorimähist tuleb ühe faasi keerulühiste eest kaitsta ühereleelise viiteta ristdiferentsiaalkaitse abil, mis toimib paragrahvis 3.2.36 näidatud kaitsena.

3.2.41. Üle 30-MW võimsusega generaatoreid tuleb ebasümmeetriliste välislühiste ja vastujärgnevusvooludest põhjustatud liigkoormuse eest kaitsta kaheviitelise vastujärgnevusvoolukaitsega (vt. 3.2.45).

Mähiste otsejahutusega generaatoril peab kaitse olema voolust sõltuva astmelise või sujuva viitega. Seejuures ei tohi aja-voolu tunnusjoon teistel (suurematel) viidritel paikneda generaatori vastujärgnevusvooludele lubatud ülekoormuste kõverast kõrgemal.

Mähiste kaugjahutusega generaatorite kaitse peab viide olema voolust sõltumatu ja rakendusvool ei tohi olla suurem generaatorile lubatud 2-minutilise kestusega vastujärgnevusvoolust. Kaitse väiksem viide ei tohi ületada generaatori klemmide kahefaasilise lühise lubatud kestust.

Väljalülitava toimega vastujärgnevusvoolukaitset tuleb täiendada tundlikuma, ilma viiteta signaaliseeriva elemendiga. Selle elemendi rakendusvool ei tohi olla suurem antud generaatoritüübile kehtvalt lubatud vastujärgnevusvoolust.

3.2.42. Üle 30-MW võimsusega generaatoreid tuleb sümmeetriliste välislühiste eest kaitsta minimaalpingekäivitusega maksimaalvoolukaitse abil, mis koosneb ühest faasivoolule lülitatud voolureleest ja ühest liinipingele lülitatud minimaalpingereleest.

Kaitse rakendusvool peab olema piirides $(1,3 \dots 1,5)I_N$ ja rakenduspinge $(0,5 \dots 0,6)U_N$ (U_N — generaatori nimipinge).

Mähiste otsejahutusega generaatorile võib nimetatud kaitse asemel paigaldada ühe releega distantskaitse.

3.2.43. 1...30-MW võimsusega generaatorite kaitseks välislühiste eest tuleb kasutada kombineeritud pingekäivitusega maksimaalvoolukaitset, mis koosneb ühest liinipingele lülitatud minimaalpingereleest ja ühest selle releehelat lahutavast vastujärgnevuspinge filterreleest.

Kaitse rakendusvool ja minimaalpingerele rakenduspinge peavad võrduma paragrahvis 3.2.42 toodud väärtustega; vastujärgnevuspinge filterrele rakenduspinge peab olema piirides $(0,1 \dots 0,12)U_N$.

3.2.44. Kuni 1-MW võimsusega üle 1000-V generaatoreid tuleb välislühiste eest kaitsta maksimaalvoolukaitsega, mis on voolutrafodega ühendatud neutraali poolel. Kaitse säte tuleb valida koormusvoolu järgi vajaliku varuga. Kasutada võib ka lihtsustatud minimaalpingekaitset (ilma voolureleeta).

3.2.45. Üle 1-MW võimsusega generaatorite välislühise kaitse peab vastama järgmistele nõuetele:

1) kaitse tuleb ühendada generaatori neutraalipoolsete voolutrafodega;

2) sektsioneeritud generaatorpingelattide olemasolul peab kaitse olema kaheviiteline: väiksem viide sektsioonide- ja lattidevaheliste lülitite väljalülitamiseks, suurem viide generaatorilüliti väljalülitamiseks ja välja kustutamiseks.

3.2.46. Mähiste otsejahutusega generaatoril peab olema ette nähtud rootori liigkoormuskaitse nii põhi- kui ka reserveeritusega töötamisel.

Kaitse peab olema voolust sõltumatu või sõltuva viitega

ning reageerima pingele ja voolu suurenemisele rootorimähises.

Kaitse peab generaatori välja lülitama ja tema välja kustutama, enne seda aga väiksema viitega vähendama rootori koormust.

3.2.47. Sümmeetrilise ülekoormuse eest peab generaatoril olema staatori ühe faasi voolul töötav maksimaalvoolukaitse, mis annab viitega signaali.

Mähise otsejähutusega generaatorite koormuse vähendamiseks ja vajaduse korral generaatori automaatselt välja lülitamiseks võib sümmeetrilistel ülekoormustel kasutada paragrahvis **3.2.46** näidatud rootorikaitset, mis reageerib turbogeneraatorite sümmeetriliste ülekoormustega kaasvatele rootori liigkoormustele.

3.2.48. Kaitse turbogeneraatorite ergutusahela kaksik-maaühenduste eest peab olema ette nähtud ühe komplektina mitmele generaatorile (kuid mitte enam kui kolmele), mille ergutusahelate parameetrid on lähedased. Kaitse peab tööse lülituma ainult ergutusahela ühe punkti maaühise tekkimisel, mis avastatakse isolatsiooni perioodilisel kontrollil (vt. pt. 1.6).

Mähise otsejähutusega generaatoritel peab kaitse välja lülitama generaatori ja kustutama tema välja, kaudjähutusega generaatoritel aga andma signaali või generaatori välja lülitama.

3.2.49. Mähise otsejähutusega turbogeneraatoritele on soovitatav paigaldada kaitseadmed, mis väldiksid asünkroonkäiku ergutuse kadumisel. Selle asemel võib kasutada kaitset, kus asünkroonrežiim avastatakse automaatselt ainult automaatväljakustutusseadmete asendi järgi.

Nimetatud kaitseadmete rakendamiseks või väljakustutusautomaadi väljalülitamisega peab kaasnema ergutuse kadumise signaal, kui generaatoritel on asünkroonrežiim võimalik.

Nimetatud seadmete (kaitse või väljakustutusautomaadi) rakendamisel peavad võrgust välja lülitama generaatorid, millel ei tohi esineda asünkroonrežiimi, reaktiivvõimsuse defitsiidi puhul süsteemis aga ülejäänud ergutuse kaotanud generaatorid.

3.2.50. Kuni 1-MW võimsusega kuni 1000-V maandamata neutraaliga generaatoreid tuleb kaitsta kõigi vigastusliikide ja ebanormaalse töörežiimide eest, paigaldades nende klemmidele maksimaalvooluvabastiga kaitse lüliti või kahefaasilise maksimaalvoolukaitsega lüliti.

Kui neutraali poolel on olemas klemmid, tuleb nimetatud kaitse võimaluse korral ühendada nendele klemmidele ühendatud voolutrafodega. Järgalt maandatud neutraali puhul peab nimetatud generaatoritel see kaitse olema kolmefaasiline.

3-kV või kõrgema pingega trafode (autotrafode) ja 500-kV rööpreaktorite kaitse

3.2.51. Trafodel¹ peavad olema relekaitseadmed järgmistele vigastusliikide ja ebanormaalse töörežiimide eest:

- 1) faasilühised mähistes ja klemmidel;
- 2) ühefaasilised lühised mähises või maandatud võrguga ühendatud klemmidel;
- 3) keerulühised mähistes;
- 4) välisühistest tingitud voolud mähistes;
- 5) mähise liigkoormusvoolud;
- 6) õlitaseme langus;
- 7) osaline isolatsiooniläbilöökk 500-kV sisseviikudel;
- 8) maaühendused 3...10-kV isoleeritud neutraaliga võrkudes, kui trafo toidab võrku, kus ühefaasiliste maaühenduste väljalülitamine on vajalik ohutusnõuete täitmiseks (vt. **3.2.96**).

Peale selle on soovitatav kasutada maaühenduskaitses 220-kV või kõrgema pingega autotrafode 6...35-kV poolel.

3.2.52. 500-kV pingega rööpreaktoritel peavad olema relekaitseadmed järgmistele vigastusliikide või ebanormaalse töörežiimide eest:

- 1) ühe- või kahefaasilised maalühised mähistes või klemmidel;
- 2) keerulühised mähistes;
- 3) õlitaseme langus;
- 4) osaline isolatsiooniläbilöökk sisseviikudel.

¹ Siin ja 3. peatükis edaspidi kasutatud termin «trafod» kehtib ka vastava pingele ja võimsusega autotrafode kohta, kui tekstis pole antud muid selgitusi.

3.2.53. Gaasi eraldumisega seotud kestasiseste vigastuste ja õlitaseme languse eest peab olema gaaskaitse järgmistel juhtudel:

- 1) 6300-kV·A või suurema võimsusega trafodel;
- 2) 500-kV pingega rõõpreaktoritel;
- 3) tsehhisistel 630-kV·A või suurema võimsusega pingemadaldustrafodel.

Gaaskaitse võib paigaldada ka 1000... 4000-kV·A võimsusega trafodele.

Gaaskaitse peab andma signaali gaasi nõrga eraldumise või õlitaseme languse korral; intensiivse gaasi eraldumise ning õlitaseme edasise languse puhul peab see aga seadme välja lülitama.

Kaitseks trafo paagisisesse vigastuse eest, millega kaasneb gaasi eraldumine, võib kasutada rõhureleid.

Kaitseks õlitaseme languse eest võib trafo paisupaaki paigaldada eraldi tasemerelee.

Trafo pingeastme-koormuslüli kontaktseadmepel, mille kaare katkestamine toimub õlis, peab olema kaitse eraldi gaasi- ja rõhureleega.

Trafo pingeastme-koormuslüli eraldi õlimahutis paiknevale selektorile tuleb ette näha eraldi gaasirelee.

Gaaskaitse väljalülituselemendil peab olema signaaltoimete ümberlülitamise võimalus: gaasirelee signaal- ja väljalülituselement peavad võimaldama rakendada eri (iseloomult erinevaid) signaale.

Gaaskaitse väljalülituselement võib toimida ainult signaalile järgmistel juhtudel:

- maavärinaohtlikes rajoonides paiknevatel trafodel;
- 2500-kV A või väiksematel tsehhisistel pingemadaldustrafodel, mille ülempingepool ei ole võimsuslülitit.

3.2.54. Kaitseks vigastuste eest klemmidel ja sisemiste vigastuste eest peab olema

- 1) viiteta pikidiferentsiaalkaitse 6300-kV·A või võimsamatel trafodel, 500-kV pingega rõõpreaktoritel ja 4000-kV·A võimsusega teineteisega paralleelselt töötavatel trafodel (et vigastatud trafo selektiivselt välja lülitada); diferentsiaalkaitset võib kasutada ka väiksematel trafodel, kuid mitte alla 1000-kV·A, juhul kui

voolulõige ei rahulda tundlikkusnõudeid ja maksimaalvoolukaitse viide on üle 0,5 s;

trafo paikneb maavärinaohtlikus tsoonis;

- 2) toitepoolne viiteta volulõige, mis hõlmab osa trafomähistest, kui pole ette nähtud diferentsiaalkaitset.

Nimetatud kaitseid peavad välja lülitama kõik trafo lülitid.

3.2.55. Pikidiferentsiaalkaitseks tuleb kasutada spetsiaalseid volureleesid, millel on välistatud rakendumine magnetimisvoolutõugetest ja hälbevoolude siirde- või püsi-väärtustest (kasutades näiteks küllastatud volutrafosid või pidurdusmähiseid).

Kuni 25-MV·A võimsusega trafosid võib kaitsta volureleedega, millel on välistatud rakendumine magnetimisvoolutõugetest ja hälbevoolude siirdeväärtustest (diferentsiaallõige), kui seejuures on tagatud nõutav tundlikkus.

Pikidiferentsiaalkaitse toimepiirkond peab hõlmama trafo ja kogumislattide ühendust.

Diferentsiaalkaitse võib kasutada trafosse sisseehitatud volutrafosid, kui on olemas kaitse, mis (nõutava kiirusega) lülitab välja lühised trafo ja kogumislattide ühendustel.

Kui trafo alampingepoolle on paigaldatud reaktor ja trafo kaitse ei ole nõutavat tundlikkust reaktori taga toimuva lühise puhul, võib reaktori kaitseks paigaldada volutrafod trafo alampingekiemmedele.

3.2.56. Trafode, autotrafode ja sideraktorite diferentsiaal- ja gaasikaitsele ei tohi panna tulekustutusseadmete käivitusandurite funktsioone. Nimetatud elementide tulekustutuslülituse peab käivitama tulëkahju avastamise eriseade.

3.2.57. 500-kV sisseviikude isolatsioonikontrolliseade peab

andma signaali sisseviigu isolatsiooni osalise läbilõõgi puhul, mis ei nõua viivitamatut väljalülitamist;

seadmestiku välja lülitama sisseviigu isolatsioonirikke puhul, mis nõuab väljalülitamist enne isolatsiooni täielikku läbilõõki.

Sisseviikude isolatsioonikontrolliseadmepel peab olema blokeering väärrakendumiste vältimiseks katkestuste puhuks ahelais, mis ühendavad isolatsioonikontrolli seadet sisseviikudega.

3.2.58. Juhul kui trafod (v. a. tsehhisisesed) on liinidega ühendatud ilma võimsuslülititeta (näiteks liin-trafo-plokis), peab trafo vigastuste väljalülitamiseks olema ette nähtud üks järgmistest abinõudest.

1. Lühisti ühe faasi tahtliku maalühise (maandatud neutraaliga võrgus) või faasidevahelise lühise tekitamiseks (isoleeritud neutraaliga võrgus) ja vajaduse korral kiir-

lahuti, mis lahutab trafo liinist automaatse taaslülituseadme voolupausi ajal; lühisti peab olema paigaldatud väljapoole trafo diferentsiaalkaitse mõjutsoonis.

2. Lühisti ja kiirlahuti funktsioone täitvate lahtiste sulalrite paigaldamine pingemadaldustrafo ülempingepoolele koos liini automaatse taaslülitamisega.

3. Väljalülitussignaali ülekandmine liinilülitile (või -lülititele); vajaduse korral paigaldatakse kiirlahuti. Väljalülitussignaali reserveerimiseks võib paigaldada lühisti.

Väljalülitussignaali ülekandmise vajaduse kaalumisel punktides 1 ja 2 näidatud abinõude asemel tuleb arvestada järgmisi asjaolusid:

liini tähtsus ja sellel tahtliku lühise tekitamise lubatavus;

trafo võimsus ja selle vigastuse likvideerimise lubatav kestus;

alajaama kaugus toitva liini algusest ja liini võimsuslüliti võime lahutada lähedasi lühiseid;

tarbija nõuded pinge taastamise nõutavale kiirusele;

lühisti tõrke tõenäosus madalatel temperatuuridel ja jäite puhul.

4. Kaitsete paigaldamine pingemadaldustrafo ülempingepoolele.

Abinõud 1...4 võib liin-trafo-ploki puhul jätta rakendamata, kui trafo on kahepoolse toite korral kaitstud ploki üldkaitsega (eriotstarbelise kõrgsagedusliku või pikidiferentsiaalkaitsega), või kui ühepoolse toitega 25-MV-A või väiksema võimsusega trafo korral toiteliini kaitse kaitseb ka trafot (liini kiiretoimeline kaitse kaitseb trafot osaliselt ja liini reservkaitse kaitseb kogu trafot viitega, mis ei ületa 1 s); gaaskaitse väljalülituselemendil on sel juhul ainult signaaltoime.

Abinõude 1 ja 3 rakendamisel peab trafol olema kaitse vastavalt paragrahvidele 3.2.53, 3.2.54, 3.2.59 ja 3.2.60 juhul, kui trafo ülempingepoolel (110 kV või rohkem) on olemas sisseehitatud voolutrafod;

diferentsiaal- (vastavalt paragrahvile 3.2.54) või maksimaalvoolukaitse pealepandavate või magnetüüpi voolutrafodega ning gaaskaitse vastavalt paragrahvile 3.2.53 juhul, kui sisseehitatud voolutrafod puuduvad.

Rikked trafode ülempingeklemmidel võib likvideerida liinikaitsetega.

Sisseehitatud voolutrafode puudumisel on üksikjuhtudel lubatud kasutada eraldiseisvaid voolutrafosid, kui peale-

pandavad või magnetüüpi voolutrafod ei võimalda tagada kaitse nõutavaid parameetreid.

35-kV ülempingega trafode kaitseks tuleb punktis 1 näidatud abinõu puhul kasutada eraldiseisvaid voolutrafosid; sel juhul tuleb lühisti ja eraldiseisvate voolutrafode või sisseehitatud voolutrafodega lülitite kasutamist põhjendada tehnilis-majanduslike arvutustega.

Kui kasutatakse lahtisi sulareid (vt. p. 2), siis tundlikkuse tõstmiseks võib gaaskaitset kasutada tahtliku lühise tekitamiseks sulareis mehaanilisel teel.

Kui alajaamade trafode koormuse hulgas on sünkroonmootoreid, siis peavad olema rakendatud abinõud, et kiirlahutid lühise puhul ühes trafodest ei lahutaks sünkroonmootorite voolu, mis läbib teisi trafosid.

3.2.59. 1000-kV A või võimsamate trafode mähiseid tuleb välislühiste eest kaitsta järgmiste väljalülitustoimeliste kaitsetega:

1) kahepoolse toitega pingekõrgendustrafo del — vastujärgnevusvoolukaitse ebasümmeetriliste lühiste eest ja minimaalpingekäivitusega maksimaalvoolukaitse sümmeetriliste lühiste eest või kombineeritud pingekäivitusega maksimaalvoolukaitse (vt. 3.2.43);

2) pingemadaldustrafo del — maksimaalvoolukaitse kombineeritud pingekäivitusega või ilma selleta; kahepoolse toitega võimsatel pingemadaldustrafo del võib kasutada vastujärgnevusvoolukaitset ebasümmeetriliste lühiste eest ja minimaalpingekäivitusega maksimaalvoolukaitset sümmeetriliste lühiste eest.

Maksimaalvoolukaitse rakendusvoolu valikul tuleb arvestada võimalikke ülekoormusvoolu paralleelselt töötavate trafode väljalülitamisel ja trafodelt toidetavate asünkroonmootorite isekäivitusvoolu.

330-kV või kõrgema pingega pingemadaldus-autotrafod peab olema distantskaitse välislühiste eest, kui see on nõutav kaugreserveerimiseks või eri pingetel olevate kaitsete sobitamiseks; samadel juhtudel võib nimetatud kaitse paigaldada 220-kV autotrafodele.

3.2.60. Alla 1000-kV-A pingekõrgendus- ja madaldustrafo del peab olema väljalülitustoimega maksimaalvoolukaitse välislühistest tingitud voolude eest.

3.2.61. Kaitse faasidevahelistest välislühistest põhjustatud voolude eest tuleb paigaldada

1) kahe mähisega trafod — põhitoite poolele;

2) mitme mähisega, kolme või enama võimsuslülitiga

trafodel — trafo igale mähisele; ühele mähisele võib selle jätta paigaldamata, kui põhitoitepoolne kaitse lahutab selle mähise poolse võimsuslüli viitega;

3) kahe mähisega pingemadaldustrafodel, mis toidab eraldi töötavaid seksioone — toite ja iga seksiooni poolele;

4) kui trafo ülempingepoolel kasutatakse pealepandavat tüüpi voolutrafosid, siis kahe mähisega trafol - alampingepoolle ja kolme mähisega trafol — alam- ja keskpingepoolle.

Kaitse faasidevahelistest välislühistest põhjustatud voolude eest võib olla ainult külgnevate elementide kaitse reserveerimiseks ja puududa trafo põhikaitsete tõrke puhuks, kui selle paigaldamine muudaks kaitse märgatavalt keerukamaks.

Mähiste kaitsmisel väliste faasilühiste eest paragrahvi 3.2.59 p. 2 järgi tuleb kaaluda, kas kaitset poleks vajalik ja võimalik täiendada voolulõikega, mis lülitaks lühised välja kesk- ja alampingelattidel väiksema viitega (arvestades lühisvoolude väärtust, lattide eraldi kaitse olemasolu ja väljuvate elementide kaitsetega sobitamise võimalust).

3.2.62. Kui pingekõrgendustrafode kaitse väliste faasilühiste eest ei ole nõutavalt tundlik ega selektiivne, võib trafo kaitseks kasutada generaatori vastava kaitse voolureleesid.

3.2.63. 1000-kV-A või suurema võimsusega pingekõrgendustrafodel, kahe- või kolmepoolse toitega trafodel ja autotrafodel peab olema ette nähtud nulljärgnevusvoolukaitse väliste maalühiste eest, tingituna vajadusest reserveerida külgnevate elementide maalühiste väljalülitamisi, autotrafodel peale selle ka tingituna vajadusest saavutada maalühiskaitsete selektiivsus eri pingetega võrkudes. See kaitse paigaldatakse trafodele selle mähise poolele, millega ühendatud võrgus on suuremad maalühisvoolud.

Kui osal trafodest on isoleeritud neutraal (nende hulgas, mille neutraalipoolne isolatsioon on ebatäielik), tuleb vältida nende trafode neutraali lubamatusse töörežiimi sattumist vastavalt paragrahvile 3.2.28. Juhul kui elektri- või alajaama on paigaldatud nii maandatud kui ka isoleeritud neutraaliga trafosid, millel on alampingepoolne toide, tuleb ette näha kaitse, mis lülitab isoleeritud neutraaliga trafo välja või maandab automaatselt selle neutraali, enne kui lülituvad välja samade lattide või liinilõiguga ühendatud maandatud neutraaliga trafod.

3.2.64. Kui seda nõuavad selektiivsustingimused, tuleb mitmepoolse toitega autotrafosid (mitme mähisega trafosid) välislühistest põhjustatud voolude eest kaitsta suuna-kaitsesega.

3.2.65. Alajaamade 220 ... 500-kV autotrafodel, 330 ... 500-kV generaator-trafo-plokkidel ja 220 ... 500-kV elektrijaamade sideautotrafodel peab olema välislühiskaitse operatiivse kiirendamise võimalus juhuks, kui lattide diferentsiaalkaitse ei tööta. See peab ilma kiiretoimelise kaitseta jäänud elementide vigastuse välja lülitama ligikaudu 0,5-sekundilise viitega.

3.2.66. Kuni 35-kV ülempingega pingemadaldustrafodel ja trafo-magistraal-plokkidel, mille alampingemähis on tähtühenduses ja neutraal maandatud, peab olerna kaitse ühefaasiliste maalühiste eest alampingepoolle, milleks tuleb kasutada

1) ülempingepoolle paiknevat maksimaalvoolukaitset välislühiste eest; kui seda nõuavad tundlikkustingimused, tuleb kaitseks kasutada kolme releed;

2) kaitselüliteid või kaitsmeid alampingeklemmidel;

3) eraldi nulljärgnevuskaitset, mis paigaldatakse trafo nulljuhti (kui kaitse ei ole piisavalt tundlik punktide I ja 2 järgi).

Tööstuslikel elektriseadmetel võib punktis 3 näidatud kaitse ära jätta, kui alampingepoolne latistus koos ühenduste kaitseaparatuuridega on trafo vahetus läheduses (kuni 30 m) või kui trafo ja latistus on omavahel ühendatud kolmefaasilise kaabliga.

Punktis 3 toodud kaitse kasutamisel võib selle jätta sobitamata latistusest alampingepoolle väljuvate elementide kaitsetega.

Juhul kui punktis 3 toodud kaitset kasutatakse plokis liin-trafo, võib jätta paigaldamata eraldi kontrollkaabli, mis ühendab seda kaitset ülempingelülitiga, tagades selle asemel kaitsetoime alampingepoolsele kaitselülitele.

Käesoleva paragrahvi nõuded kehtivad nimetatud trafode kaitse kohta ka juhul, kui ülempingepoolle on paigaldatud sulavkaitsmed.

3.2.67. 3 ... 10-kV ülempingega trafodel, mis toidavad kaitsmetega kaitstud ühendustega latistust, tuleb alampingepoolle paigaldada peakaitsmed või kaitselüliti.

Juhul kui alampingepoolsete ühenduste kaitsmed ja ülempingepoolsed kaitsmed (või releekaitse) on ühe ja sama personali (näiteks ainult energiasüsteemi või ainult

tarbija) teenindamisel ja valduses, siis ei tarvitse trafo alampingepoolele peakaitsmeid ega kaitselüliti paigaldada.

3.2.68. Paragrahvi 3.2.51 punktis 8 toodud kaitse peab vastama paragrahvi 3.2.97 nõuetele.

3.2.69. 400-kV-A ja võimsamad trafod tuleb sõltuvalt ülekoormuse tõenäosusest ja suurusest kaitsta liigkoormuse eest signaaltoimelise maksimaalvoolukaitsega.

Alalise valvepersonalita alajaamades võib see kaitse automaatselt trafo koormust vähendada või trafo välja lülitada (kui liigkoormust ei ole võimalik kõrvaldada muude vahenditega).

3.2.70. Kui trafol on neutraali poolel eraldi lisatrafo pinget reguleerimiseks koormuse all, peavad lisaks paragrahvis 3.2.51 ... 3.2.57, 3.2.59 ja 3.2.63 nimetatutele olema veel järgmised kaitsed:

lisatrafo gaaskaitse;
välislühispidurdusega maksimaalvoolukaitse lisatrafo primaarmähise vigastuste eest, v. a. juhtumid, kus see mähis kuulub autotrafo alampingepoolsete ahelate diferentsiaalkaitse mõjutsooni;

diferentsiaalkaitse, mis hõlmab lisatrafo sekundaarmähist.

3.2.71. Autotrafo alampingepoolel paikneva reguleeritrafo kaitseks peab olema

reguleeritrafo enda gaaskaitse ja pingestmete koormuslüliti kontaktseadise kaitse, milleks võib olla kasutatud rõhureleed või eraldi gaasireleed;

autotrafo alampingeahelate diferentsiaalkaitse.

Generaator-trafo-ploki kaitse

3.2.72. Generaator-trafo-ploki, kui generaatori võimsus ületab 10 MW, peab olema kaitse järgmiste lühiste ja ebanormaalsete režiimide eest:

- 1) maaühendus generaatorpingel;
- 2) faasidevaheline lühis staatori mähises või selle klemmidel;
- 3) keerdudevaheline lühis turbogeneraatori staatori ühes faasis (vt. 3.2.76);
- 4) faasidevaheline lühis trafo mähistes või klemmidel;
- 5) ühefaasiline maalühis trafo suure maavooluga mähises või selle klemmidel;

6) keerdudevaheline lühis trafo mähistes;

7) välislühis;

8) generaatori vastujärgnevusliigvool (30-MW või võimsamatel generaatoritel);

9) staatori või trafo sümmeetriline mähiste ülekoormus;

10) mootori liigergutusvool (mähiste otsejahutusega turbogeneraatoril, samuti hüdrogeneraatoril);

11) staatori või plokitrafo pingetõus (alates 100-MW turbogeneraatoriga plokkidest ja kõikidel hüdrogeneraatoritel);

12) ergutusahela üksik maaühendus (vastavalt paragrahvide 3.2.85);

13) ergutusahela teine maaühendus alla 160-MW turbogeneraatoril;

14) ergutuse kaotusest tingitud asünkroonrežiim (vastavalt paragrahvide 3.2.86; ergutatud masina asünkroonrežiimi vältimist käsitleb pt. 3.3);

15) õlitaseme langus trafo paagis;

16) trafo 500-kV siseseviikude isolatsiooni osaline läbilöök.

3.2.73. Nõuded generaatori ja trafo (autotrafo) kaitse kohta nende eralditöö ajal kehtivad ka nende ühendamisel ploki, kui võtta arvesse paragrahvide 3.2.74 ... 3.2.90 nõudeid.

3.2.74. Kui generaatori võimsus on üle 30 MW, tuleb ploki generaatorpingel üldjuhul kasutada kogu staatorimähist hõlmavat maaühenduskaitset.

Kuni 30-MW generaatoril tuleb kaitsta vähemalt 85% staatorimähisest. Taolisi kaitseid võib kasutada ka 30... 160-MW turbogeneraatoriga plokkidel, kui staatorimähist pole võimalik täielikult kaitsta ilma lisaseadmeid generaatori ahelasse paigaldamata.

Kõikidel plokkidel, millel puuduvad generaatorpingel haruühendused peale omatarbetafo, peab kaitse toimima võimsuslülile kuni 0,5-s viitega. Kui omatarbevõrk või tarbijad on ühendatud otseselt generaatori ja trafo vahele vahetrafo kasutamata ja mahtuvuslik maavool on 5 A või rohkem, tuleb kasutada võimsuslülile toimivat staatori maaühenduskaitset (vt. 3.2.38) ning kaksikmaaühenduse kaitset (vt. 3.2.39) samadel tingimustel kui kogumislattidele töötavatel generaatoritel; alla 5-A mahtuvusliku maavoolu korral võib kasutada samu seadmeid nagu haruühendusteta plokkidel, kuid kaitse tuleb ühendada signaalima.

Kui generaatori ahelas on võimsuslüliti, tuleb plokitrafo

poolel kasutada lisa signaali maaühenduse kohta generaatorpingel. (Parandatud vastavalt otsusele 9-1/84.)

3.2.75. Kaudjahutusega generaatori korral, kui puudub võimsuslüliti generaatori ahelas, tuleb ühest trafost ja ühest generaatorist koosneval plokil kasutada ühte ühist plokki pikidiferentsiaalkaitset.

Kui sellisel plokil on trafosid kaks või ühe trafoga on liidetud rohkem kui üks generaator, peab igal generaatoril ja trafol alates võimsusest 125 MV-A olema omaette pikidiferentsiaalkaitse. Ka tuleb eraldi pikidiferentsiaalkaitset generaatorile ja trafote paigaldada võimsuslüliti olemasolu korral generaatori ahelas.

Otsejahutusega generaatoril peab alati olema omaette pikidiferentsiaalkaitse, ning võimsuslüliti olemasolul generaatori ahelas eraldi diferentsiaalkaitse ka plokitrafol (või igal trafol, kui neid on plokis rohkem kui üks). Nimetatud lüliti puudumisel võib trafot kaitsta kas eraldi pikidiferentsiaalkaitsega või plokki ühise pikidiferentsiaalkaitsega (ühest generaatorist ja ühest trafost koosneval plokil on eelistatavam ühine kaitse).

Ülempingepoolel võib diferentsiaalkaitse ühendada plokitrafosistele voolutrafodele. Lüliti ja trafo vahele jääval latistusel peab sel juhul olema omaette kaitse.

Generaatori eraldi diferentsiaalkaitse peab olema kolmeleeline ja hõlmama kolme faasi ning tema rakendusvool tuleb valida paragrahvi 3.2.36 alusel.

3.2.76. Kui turbogeneraatori staatorimähisel on kaks või kolm paralleelharu, tuleb keerdudevaheliste lühiste vastu kasutada kõikidele faasidele ühist hetktoimelist ühereleelist ristdiferentsiaalkaitset.

3.2.77. 160-MW või võimsamate generaatorite korral, mille mähistel on otsejahutus, tuleb kasutada integraalselt sõltuva viitega vastujärgnevusvoolukaitset, mis järgiks kaitstava generaatori lubatava vastujärgnevus-liigvoolu tunnusjoont. Kaitse peab kõigepealt välja lülitama plokki lüliti ja seejärel pikema viitega plokki seiskama.

Plokki külgnevate elementide kaitsete reserveerimiseks peab kirjeldatud kaitset olema sõltumatu viitega aste, mis toimiks kahe viitega vastavalt paragrahvi 3.2.81.

Kui ülalmainitud plokil on generaatori ahelas võimsuslüliti, tuleb paigaldada veel üks üheastmeline sõltumatu tunnusjoonega vastujärgnevusvoolukaitse, mis on ette nähtud generaatori sisevigastuskaitsete reserveerimiseks ning toimib viitega generaatori võimsuslülilile (vt. 3.2.81 p. 3).

Alla 160-MW generaatorite korral, mille mähistel on otsejahutus, ning üle 30-MW kaudjahutusega hüdrogeneraatorite puhul peab vastujärgnevusvoolukaitse olema astmelise või sujuv-sõltuva viitetunnusjoonega. Selle kaitse eri astmetel võib olla üks või mitu viidet (vt. 3.2.81 p. 4). Kasutatav viitetunnusjoon peab järgima generaatori lubatava vastujärgnevus-liigvoolu tunnusjoont (vt. 3.2.41).

Üle 30-MW generaatorite korral, mille mähistel on kaudjahutus, peab vastujärgnevusvoolukaitse vastama paragrahvi 3.2.41.

Kõikidel üle 30-MW turbogeneraatoritega plokkidel peab olema lisaks väljalülitustoimelisele kaitsele veel paragrahvi 3.2.41 vastav vastujärgnevus-liigvoolu hoiatussignaal.

3.2.78. Üle 30-MW võimsusega generaatori korral tuleb kasutada paragrahvis 3.2.42 kirjeldatud sümmeetrilise välislühise kaitset. Hüdrogeneraatori puhul tuleb rakenduspinge seejuures võtta piirides 0,6...0,7 nimiväärtusest.

Kui turbogeneraatoril on reserveerguti, tuleb nimetatud kaitset täiendada voolureleega plokki ülempingepoolse ahelas.

Üle 60-MW võimsusega generaatori korral on nimetatud kaitse asemel soovitatav kasutada distantskaitset.

3.2.79. 30-MW või väiksema generaatori korral peab plokki välislühise kaitse vastama paragrahvi 3.2.43. Hüdrogeneraatori puhul tuleb sätted valida paragrahvide 3.2.42, 3.2.43 ja 3.2.78 järgi.

3.2.80. Kui generaator-trafo-plokil on generaatori ahelas võimsuslüliti, peab ülempingepoolel olema maksimaalvoolukaitse, reserveerimaks trafo põhikaitseid, kui generaator on välja lülitatud.

Kaitse peab plokitrafo võrgust välja lülitama. Generaatori töös olles peab see kaitse olema automaatselt tööst välja lülitatud.

3.2.81. Generaator-trafo-plokki reservkaitse peab vastama järgmistele nõuetele.

1. Trafo generaatorpinge poolal eraldi kaitset pole vaja, vaid tuleb kasutada generaatori kaitset.

2. Kaugreserveerimisel peab kaitse toimima üldjuhul kahe viitega: esimesega jaotama osadeks ülempingevõrgu, kuhu plokk on ühendatud (näiteks välja lülitama lattidevahelise või sektsioonidevahelise võimsuslüliti), teisega lülitama plokki võrgust välja.

3. Lähireserveerimisel peab kaitse plokki või generaatori

võrgust välja lülitama, kustutama generaatori ergutusvälja ja seiskama ploki.

4. Reservkaitse mõnel osal või astmel, olenevalt selle ülesandest ja kasutamise eripärast kaug- või lähireserveerimisel, võib olla üks kuni kolm viidet.

5. Paragrahvides 3.2.78 ja 3.2.79 nimetatud kaitsete pingekäivitus on soovitatav ühendada nii generaatorpingele kui ka võrgu poole.

6. Lähireserveerimiskaitsetel ja põhikaitsetel peavad üldjuhul olema omaette väljundreleed ja alalisoperatiivvoolu toide eraldi kaitselülitite kaudu.

3.2.82. Ploki turbogeneraatori staatori sümmeetrilise ülekoormuse kaitse peab olema samasugune kui kogumislattidele töötaval generaatoril (vt.3.2.47).

Alalise operatiivvalveta hüdroelektrijaamas peab olema lisaks sümmeetrilise ülekoormuse signaalile veel sõltumatu tunnusjoonega kaheviiteline kaitse. Lühema viitega vähendab see koormust, pikemaga aga lülitab ploki või generaatori välja. Nimetatud kaitset võivad asendada ka ergutusregulaatorisse kuuluvad koormuse piiramise seadised.

3.2.83. 160-MW või võimsamate generaatorite liigergutusvoolukaitset peab mähiste otsejahutuse korral olema rootori ergutusvoolust integraalselt sõltuv viide, mis vastaks generaatori liigergutusvoolu lubatud viitetunnusjoonele. Kaitset peab olema väljalülitustoime.

Kui kaitset ei saa ühendada rootori vooluringi (näiteks harjadeta ergutuse puhul), võib kasutada ergutuspinge tõusmisel rakenduvat sõltumatu viitega kaitset.

Kaitset peab olema ka väljalülituskäskluse viitest väiksem viide, mida vajaduse korral saaks kasutada ergutusvoolu vähendamise otstarbel. Kui ergutusregulaatoril on koormuse piiramise seadis, võib koormuse vähendamiseks kasutada lisaks rootori kaitsele ka seda. Samuti on lubatud kasutada automaatergutusseadise juurde kuuluvat koormuse piiramise seadist koormuse vähendamiseks (kahe viitega) ja väljalülitamiseks. Sel juhul pole vaja integraalselt sõltuva viitega kaitset paigaldada.

Mähiste otsejahutusega alla 160-MW turbogeneraatoril ning kaudjahutusega üle 30-MW hüdrogeneraatoril peab kaitse vastama paragrahvidele 3.2.46.

Kui generaatori ergutuse reguleerimine toimub grupiliselt, on soovitatav kasutada sõltuva viitega kaitset.

Reserverguti kasutamise korral tuleb rootori liigkoor-

muskaitse töösse jätta. Kui reservergutil ei saa kasutada sõltuva viitega kaitset, võib paigaldada ka sõltumatu viitega kaitse.

3.2.84. 160-MW või võimsama turbogeneraatoriga ploki korral tuleb tühijooksul kasutada pingetõusukaitset, mis generaatori võrku lülitamisel automaatselt tööst välja lülitatakse. Kaitse peab kustutama generaatori ja erguti väljad.

Hüdrogeneraatoriga plokkidel peab olema kaitse koormuse kaotusest tekkiva pingetõusu vastu. See pingetõusukaitse peab ploki või generaatori välja lülitama ja generaatori ergutusvälja kustutama. Kaitse võib välja lülitada ka kogu agregaadid.

3.2.85. Kaitset ergutusahela üksikmaaühenduse vastu tuleb kasutada hüdrogeneraatoril, turbogeneraatoril rootori mähise vesijahutuse korral ja kõikidel 300-MW või võimsamatel turbogeneraatoritel. Hüdrogeneraatori kaitse peab masina välja lülitama, turbogeneraatoril üksnes signaalima.

Kaitset maaühenduse vastu ergutusahela kahes punktis tuleb kasutada alla 160-MW turbogeneraatori korral vastavalt paragrahvile 3.2.48.

3.2.86. 160-MW ja võimsamatel turbogeneraatoritel, mille mähistel on otsejahutus, ning kõikidel hüdrogeneraatoritel tuleb kasutada kaitset ergutuse kaotusest tingitud asünkroonrežiimi vastu.

Ka alla 160-MW turbogeneraatoril on mähiste otsejahutuse korral soovitatav nimetatud kaitset kasutada. Nendel generaatoritel võib väljakustutusautomaadi väljalülitamist lugeda ühtlasi ka asünkroonrežiimi tekkimiseks (asünkroonrežiimi eri kaitset kasutamata).

Kui ergutuse kaotanud turbogeneraatorit välja ei lülitata, vaid jäetakse asünkroonrežiimi, peab ülalnimetatud kaitse või väljakustutusautomaat andma rakendumise kohta signaali ning omatarve tuleb automaatselt ümber lülitada generaatorilt reservtoitele.

Rakendumisel peab nimetatud kaitse võrgust välja lülitama kõik generaatorid, mis ei talu asünkroonrežiimi. Reaktiivvõimsuse vähesuse korral süsteemis peab väljalülitumise toimuma sõltumata turbogeneraatori vastupidavusest.

3.2.87. Kui mähiste otsejahutuse korral on generaatori ahelas võimsuslülitid, tuleb ette näha reserveerimisseade

selle lüliti tõrke puhuks (näiteks kasutada võimsuslüliti lahutustõrkekaitset).

3.2.88. 110-kV ja kõrgemal pingel peab elektrijaama võimsuslüliti lahutustõrkekaitse rahuldama järgmisi nõudeid.

1. Generaatori mähiste otsejahutuse korral tuleb tõrkekaitse kiiresti käivitada (näiteks plokitrafo nulljärgnevusvoolukaitse poolt suure maavooluga võrgu poolel), kui mõnel faasikaupajamiga plokilüliti tekib väljalülitustõrke tõttu osafaasirežiim. Sellega saab vältida elektrijaama teiste plokide asjatut väljalülitumist reservkaitsete toimel.

2. Elektrijaamas, kus generaator-trafo-plokil ja liinil on ühine võimsuslüliti (näiteks poolteistlüliti- või hulknurkskeemis), tuleb kasutada kauglülitusseadmeid liini väljalülitamiseks ja automaatse taaslülitamise keelamiseks vastasotsas, kui lahutustõrge tekib ploki kaitse rakendumise ajal. Lisaks peab tõrkekaitse seiskama ka kõrgsageduskaitse saatja.

3.2.89. Kui rakendub staatori kaitse, trafo sisevigastuse kaitse või rootori kaitse, peab toimuma vigastatud seadme eraldumine võrgust, generaatori ja erguti ergutusvälja kustutamine, võimsuslüliti lahutustõrkekaitse käivitus ja tehnoloogiliste kaitsete rakendamine.

Kui kaitse toimimisel jääb plokiharule ühendatud omatarve toite, peab kaitse välja lülitama ka omatarbe põhitoite lülitid, võimaldamaks toite automaatset ümberlülitumist reservallikale.

Generaatori ja trafo välislühiste reservkaitsed peavad rakendumisel toimima paragrahvi 3.2.81 punktide 2...4 nõuete kohaselt.

Kui ka elektrijaama soojusosas on plokkskeem, tuleb sisevigastuse kaitse rakendumisel kogu plokk täielikult seisata. Välislühistel ning juhtudel, kui pärast kaitse töötamist saab ploki töörežiimi kiiresti taastada, tuleb plokk jätta tühijooksurežiimi, kui soojustehnilised seadmed seda võimaldavad.

Hüdroelektrijaama ploki sisevigastuse korral tuleb lisaks ploki väljalülitamisele seisata kogu agregaat. Seda on lubatud teha ka välisvigastuste kaitse rakendumisel.

3.2.90. Generaator-trafo-liini-ploki põhikaitse ja energiasüsteemipoolse otsa reservkaitse tuleb valida käesolevas peatükis liinide kohta käivate nõuete alusel, reservkaitseks plokipoolest otsas peab aga jääma ploki reservkaitse.

Ploki muu kaitse tuleb valida eespooltoodud nõuete alusel.

Võimsuslüliti väljalülitamiseks ja selle lahutustõrkekaitse käivitamiseks liini energiasüsteemipoolses otsas tuleb ploki kaitsete rakendumisel kasutada kahte vastastikku reserveeritud kauglülitusseadet, mis töötavad kõrgsagedus- või traatsidekanali kaudu. Lisaks on soovitatav, et ploki kaitse seiskaks samaaegselt ka kõrgsageduskaitse saatja.

Turbogeneraatoriga ploki korral (kui soojusosas on samuti plokkskeem) tuleb kaksiklatisüsteemikaitse või poolteistlüliti- või hulknurksüsteemi kuuluva võimsuslüliti lahutustõrkekaitse rakendumisel liini energiasüsteemipoolses otsas edastada kauglülitusseadme abil käsklus liini vastasotsa:

esimesel juhul ploki viimiseks tühijooksu;

teisel juhul ploki seiskamiseks.

Lisaks sellele on soovitatav reservkaitsete töötamise korral energiasüsteemipoolses otsas kiirendada kaugkäskluste abil generaatori välja kustutamist ja omatarbe väljalülitamist.

Lüliti faasilahutustõrke korral suure maavooluga võrgu poolel peab tõrkekaitse kiirelt käivituma, nagu näeb ette paragrahvi 3.2.88 punkt 1.

Õhu- ja kaabelliinide kaitse isoleeritud neutraaliga

3...10kV võrgus

3.2.91. Isoleeritud või maandusreaktori kaudu maandatud neutraaliga 3...10-kV võrgus tuleb liinidel kasutada releekaitsevadmeid faasidevaheliste lühiste ja üksikmaahenduste vastu.

3.2.92. Faasidevaheliste lühiste kaitse peab hõlmama kahte faasi, mis kogu samapingelise võrgu ulatuses peavad ühtima. Kaksikmaahenduse korral võimaldab see enamasti piirduda üksnes ühe rikkekoha väljalülitamisega.

Sõltuvalt tundlikkuse ja töökindluse nõuetest tuleb kasutada ühe-, kahe- või kolmereleelist lülitust.

3.2.93. Ühepoolse toitega üksikliinidel tuleb faasidevaheliste lühiste vastu kasutada peamiselt kaheastmelisi voolu-

kaitseid, mille esimeseks astmeks on voolulõige, teiseks sõltuva või sõltumatu viitega maksimaalvoolukaitse.

Elektrijaama lattidelt väljuval ühepoolse toitega reaktorita kaabelliinil peab voolulõige olema viiteta ja tema töötsoon hõlmama kõiki lühiseid, mis põhjustavad pinge languse jaama lattidel alla 0,5 ... 0,6 nimiväärtusest. Nimetatud tingimuse täitmiseks võib lubada kaitse mitteselektiivset toimimist, kui selle täielikult või osaliselt kompenseerib koostöö taaslülitus- või reservilülitusseadmetega. Sellisel põhimõttel valitud voolulõikeid võib kasutada ka suuri sünkroonmootoreid toitva alajaama lattidelt väljuvatel liinidel.

Kui elektrijaama lattidelt väljuval ühepoolse toitega reaktorita kaabelliinil ei saa mitteselektiivset voolulõiget kasutada, võib toimekiiruse huvides paigaldada paragrahvi **3.2.94** punktides 2 ja 3 toodud kaitseid. Neid kaitseid võib kasutada ka soojuselektrijaama omatarbe põhitöeliinidel.

Reaktoriga liinil, mille võimsuslülitid pole võimeline eespool reaktorit tekkivat lühist lahutama, ei tohi voolulõiget kasutada.

3.2.94. Kahepoolse toitega üksikliinile, sõltumata kaudside olemasolust, ning ka ühe toitepunktiga ringvõrku kuuluvale liinile on soovitatav valida ühepoolse toitega üksikliinile ettenähtud kaitseid (vt. 3.2.93), täiendades neid vajaduse korral suunaseadisega. *(Teksti on tõlkija täiendanud).*

Kaitse lihtsustamiseks ja selektiivtoime parandamiseks võib vigastuse tekkimise hetkel võrgu automaatselt radiaalosadeks jaotada, kui hiljem võrgu töörežiim automaatselt taastatakse.

Kui astmeline voolukaitse ka suunatuna ei taga vajalikku toimekiirust ja selektiivsust, võib kasutada järgmisi kaitseid:

- 1) lihtsaim, distantskaitse;
- 2) ristdiferentsiaalkaitse (kaksikkaabelliinidel);
- 3) pikidiferentsiaalkaitse (lühikesel liinil); erikaabli paigaldamisel ainuüksi pikidiferentsiaalkaitse tarvis ei tohi tema pikkus ületada 3 km.

Punktides 2 ja 3 toodud kaitsete kasutamisel tuleb reservkaitseks valida voolukaitse.

3.2.95. 3...10-kV paralleelliinide kaitse valikul tuleb juhinduda paralleelliinide kohta käivatest nõuetest 35-kV võrgus (vt. **3.2.104**).

3.2.96. Tuleb kasutada järgmisi maaühenduskaitse variante:

signaaltoimeline selektiivkaitse (määrab rikkevoolu suuna);

väljalülitustoimeline selektiivkaitse (määrab rikkevoolu suuna), kui see on vajalik ohutuse seisukohast; kaitse tuleb paigaldada elektriliselt seotud võrgu kõikidele toiteelementidele;

isolatsiooni kontrolliseade; vigastatud element tuleb kindlaks määrata eriseadmetega; vigastatud elementi võib otsida ka ühendusi kordamööda välja lülitades.

3.2.97. Üldjuhul tuleb kasutada nulljärgnevusvoolutrafole ühendatavat maaühenduskaitset.

Kaitse esmane ülesanne on püsivmaaühenduse kindlakstegemine, kuid võib kasutada ka mööduvmaaühendusi registreerivaid ühekordse toimega seadmeid.

Ohutuse tagamiseks ülesseatud hetktoimeline maaühenduskaitse (vt. **3.2.96**) peab välja lülitama üksnes vigastatud lõigu. Reservkaitseks peab olema nulljärgnevuskaitse, mis ligikaudu 0,5-s viitega lülitab välja kogu elektriliselt seotud võrguosa, s. t. latisüsteemi, -sektiooni või toiterafo.

Maaühenduskaitse talitlemiseks vajaliku tööstussagedusliku maaühendusvoolu suurendamine maandusreaktori kaudu maandatud neutraaliga võrgus (näiteks maandusreaktori kõrvalehäälestarnise teel) ei ole üldjuhul lubatud.

Õhu- ja kaabelliinide kaitse isoleeritud neutraaliga 20- ja 35-kV võrgus

3.2.98. Isoleeritud neutraaliga 20 ja 35-kV võrgus tuleb liinidel kasutada releekaitse seadmeid faasidevaheliste lühiste ja maaühenduste vastu.

3.2.99. Faasidevaheliste lühiste kaitse peab olema kaheleeline ja hõlmama kaht faasi, mis kogu samapingelise võrgu ulatuses peavad ühtima. Kaksikmaaühenduse korral võimaldab see enamasti piirduda üksnes ühe rikkekoha väljalülitamisega. Kolmereelelist lülitust võib kasutada tundlikkuse tõstmiseks lühisel täht-kolmnurk-lülituses mähistega trafo **taga**.

Maaühenduskaitses tuleb tavaliselt ühendada signaalima. Tema aset võib täita ka isolatsiooni kontrolliseade.

3.2.100. Põhikaitses tüübi valik peab tagama energiasüsteemi stabiilse töö ja vältima tarbijate energiavarustuse häireid, kusjuures tuleb arvestada samu nõudeid, mis kehtivad 110-kV liinide kohta (vt. 3.2.108).

3.2.101. Ühepoolse toitega üksikliinidel tuleb faasidevaheliste lühiste vastu kasutada peamiselt astmelisi voolukaitsesid või astmelisi voolu-pingekaitsesid. Kui selline kaitse ei taga nõutavat tundlikkust või väljalülituskiirust (vt. 3.2.108), näiteks võrgu alguses, tuleb kasutada astmelist peamiselt voolukäivitusega distantskaitses. Viimasel juhul on soovitatav kasutada lisakaitsena hetktoimelist voolulõiget.

Liinide jadast koosnevas võrguosas võib kaitse lihtsustamiseks kasutada mitteselektiivseid astmelisi voolu-pingekaitsesid koostöös automaatse taaslülitusega.

3.2.102. Üksikliinile, mis asub kahest või enamast punktist (harust) toidetavas võrgus, sõltumata kaudsideme olemasolust, ning ka ühe toitepunktiga ringvõrku kuuluvale liinile on soovitatav valida ühepoolse toitega üksikliinile ettenähtud kaitses (vt. 3.2.101), täiendades neid vajaduse korral suunaseadise või kasutades distantskaitses takistuskäivitust. Kui voolulõiget ei saa lisakaitsena kasutada, näiteks mitteküllaldase tundlikkuse tõttu, on lubatud lasta külgnevaid elemente mitteselektiivselt välja lülitada lühise korral võimsussuunarelee tundetussoonis. Kaitse paigaldatakse tavaliselt vaid liini toitepoolsesse otsa.

3.2.103. Kahepoolse toitega lühikestel üksikliinidel võib nõutava toimekiiruse saamiseks kasutada põhikaitsena pikidiferentsiaalkaitset. Eraldi selle kaitse jaoks paigaldatava kaabli pikkus ei tohi ületada 4 km. Kaitse ühendusjuhtmete korrasoleku kontrolliks peab olema eriseadis.

Pikidiferentsiaalkaitsele peab lisaks olema reservkaitses paragrahvis 3.2.101. toodute hulgast.

3.2.104. Enam kui ühest punktist toidetavatel rööpliinidel ning ühepoolse toitega rööpliinide toitepoolses otsas võib kasutada samu kaitses kui samataolistel üksikliinidel (vt. 3.2.101 ja 3.2.102).

Kahepoolse toitega liinidel, eriti kui kasutatakse astmelisi voolukaitsesid või astmelisi voolu-pingekaitsesid, võib vigastuse väljalülitamise kiirendamiseks paigaldada rööpliini võimsuse suunda kontrolliva lisakaitses. Selleks võib paigaldada omaette suunatud ristdiferentsiaalkaitse või

piirduda olemasolevate kaitses (maksimaalvoolukaitses, distantskaitses) kiirendamisega rööpliini võimsuse suuna järgi.

Ühepoolse toitega rööpliinide tarbijapoolses otsas tuleb üldjuhul kasutada suunatud ristdiferentsiaalkaitset.

3.2.105. Kui paragrahvi 3.2.104 järgi valitud kaitses ei anna vajalikku toimekiirust (vt. 3.2.108) kahepoolse toitega liinipaari toitepoolsele otsale ning ka naaberliini võimsuse suunda kontrolliv lisakaitses pole kasutatav, tuleb nende liinide põhikaitses rööptöö režiimis valida ristdiferentsiaalkaitse.

Reservkaitses, mis üksiktöö režiimis jääb ka liini põhikaitses, tuleb kasutada astmelist kaitses paragrahvide 3.2.101 ja 3.2.102 järgi. Seda kaitses või selle üksikuid astmeid (näiteks astmeid, mis reserveerivad külgnevate elementide kaitses, suurendamaks nende tundlikkust) võib ühendada mõlema liini voolude summale. Lisaks astmelisele voolukaitsesle võib vigastuse kiireks väljalülitamiseks kasutada ristdiferentsiaalkaitset ka siis, kui paragrahvi 3.2.108 järgi poleks see vajalik.

Erandjuhtumil võib lühikese rööpliini kaitses kasutada ka pikidiferentsiaalkaitset (vt. 3.2.103).

Õhuliinide kaitse maandatud¹ neutraaliga 110... 500-kV võrgus

3.2.106. Maandatud neutraaliga 110...500-kV võrgus tuleb liinidel kasutada releekaitseseadmeid faasidevaheliste lühiste ja maalühiste vastu.

3.2.107. Kui on võimalik kaitse liigrakendumine pendelduse või asünkroonrežiimi tõttu võrgus, tuleb kasutada pendeldusblokeerimist.

Blokeerimist võib ära jätta, kui kaitse rakendusae on üle 1,5... 2 s, mis välistab liigrakendumise pendelduse tõttu.

3.2.108. 330-kV või kõrgema pingega liini lühisel peab põhikaitses toimima hetkeliselt kogu kaitsstava lõigu ulatuses.

110... 220-kV liini põhikaitses tüübi ja tema toimekiiruse valikul tuleb lähtuda eelkõige energiasüsteemi stabiilsuse

¹ Maandatud on põhiosa trafode neutraalidest, nõnda et maalühisel pingel tervetes faasides ei ületa normitud piiri.

säilitamisest. Kui stabiilsuse arvutust tehes ei ilmne muid rangemaid nõudeid, võib tavaliselt stabiilsustingimused lugeda rahuldatuks, kui kolmefaasiline lühis, mis viib jääkpinge elektriijaama või alajaama lattidel alla $(0,6 \dots 0,7)U_N$, lülitatakse välja hetkeliselt. Jääkpinge alampiir $0,6U_N$ on lubatud 110-kV liinidele ja vähemtähtsatele 220-kV liinidele (hargnevas võrgus, kus tarbijad saavad kindlalt toidet mitmest punktist) ning ka vastutusrikastele 220-kV liinidele, kui vaadeldav lühis ei kutsu esile koormuse olulist kaotust.

110... 220-kV liinidel tuleb kaitsetüübi valikul stabiilsusnõuete kõrval arvestada veel järgmist.

1. Kõik faasidevahelised lühised aatomielektriijaamast väljuvatel 110-kV või kõrgema pingega liinidel ning kõikidel elementidel külgnevas võrgus, mis põhjustavad pärijärgnevusjäähingepinge langemise aatomielektriijaama ploki ülempingel alla 0,45 nimiväärtusest, tuleb kiiretoimeliste kaitsete reserveerimisel välja lülitada mitte pikema viitega kui 1,5 s, võttes arvesse ka võimsuslüliti lahutustõrkekaitse toimeaega.

2. Vigastus, mille väljalülitamisel võib viivitus kutsuda esile tähtsate tarbijate tööhäireid, tuleb välja lülitada hetkeliselt. Selline on näiteks vigastus, mille puhul jääkpinge elektriijaama või alajaama lattidel langeb alla $0,6U_N$;

viivitus väljalülitamisel võib põhjustada koormuse kaotuse pingekaolaviini tõttu;

jääkpinge on küll $0,6U_N$ või rohkem, kuid viivitus väljalülitamisel võib rikkuda tehnoloogilist protsessi.

3. Kui liinil tahetakse kasutada kiiretoimelist taaslülitust, tuleb monteerida selline kaitse, mis lülitaks vigastatud liini hetkeliselt välja mõlemast otsast.

4. Kui lühisvool ületab mitmekordselt nimivoolu, võib väljalülitusviide põhjustada juhtide lubamatut ülekuumenemist.

Peale ülalõuetletud juhtude võib kiirkaitseid kasutada veel keerulistes võrkudes, kui see on selektiivsuse seisukohalt hädavajalik.

3.2.109. Jääkpinge väärtus paragrahvis 3.2.108 toodud stabiilsusnõuete hindamiseks tuleb leida järgmiselt.

1. Üksiksideme puhul elektriijaamade või energiasüsteemide vahel tuleb jääkpinget kontrollida sellesse sidemesse kuuluvate alajaamade ja elektriijaamade lattidel, kui lühis tekib neilt lattidelt väljuvatel liinidel, välja arvatud sideme

moodustavad liinid; rööpliinidega löike sisaldava üksiksideme korral tuleb jääkpinget kontrollida ka iga rööpliini lühise puhul.

2. Mitme sideme korral elektriijaamade või energiasüsteemide vahel tuleb jääkpinget kontrollida üksnes nende alajaamade ja elektriijaamade lattidel, kuhu need sidemed koonduvad. Lühispunktideks valida kõik nendelt lattidelt väljuvad liinid (ka sideme moodustavad) ning sidemesse kuuluvate alajaamade lattidelt toidetavad liinid.

3. Jääkpinget tuleb kontrollida lühise puhul esimese kaitseastme poolt hõlmatava tsooni lõpus, kui kaskaadse väljalülitamise käigus on võimsuslüliti teises liini otsas juba viiteta välja lülitunud.

3.2.110. Ühepoolse toitega üksikliinidel tuleb faasidevaheliste lühiste kaitseks kasutada astmelisi voolukaitseid või astmelisi voolu-pingekaitseid. Kui selline kaitse pole (näiteks liini algloigus) vastuvõetav tundlikkuse või toimekiiruse poolest (vt. 3.2.108), tuleb kasutada astmelist distantskaitset. Viimast tuleb kasutada ka siis, kui see võimaldab kaitset otstarbekamalt kooskõlastada külgneva loigu kaitsetega.

Lisaks distantskaitsele on soovitatav kasutada hetkvoolulõiget.

Maalühiste vastu tuleb tavaliselt kasutada astmelist suunatud või suunamata nulljärgnevusvoolukaitset.

Üldjuhul tuleb kaitse paigaldada vaid sellesse liini otsa, kust võib tulla toide.

Kui võrk koosneb liinide jadast, tohib lihtsustamise huvides kasutada mitteselektiivseid astmelisi voolu-pingekaitseid (faasidevahelistele lühistele) ja astmelisi nulljärgnevusvoolukaitseid (maalühistele) koostöös automaatse taaslülitamisega.

3.2.111. Kahest või enamast punktist (viimasel juhul mõeldakse hargnevat liini) toidetava üksikliini faasidevahelise lühise kaitseks tuleb paigaldada distantskaitse, millest eelistatavam on kolmeastmeline. Eeltoodu kehtib sõltumata kaussideme olemasolust ning ka ühe toitepunktiga ringvõrku kuuluvate liinide kohta. Nimetatud distantskaitse jääb kõrgemapingelistele liinidele reservkaitseks, kuid 110... 220-kV liinidele tohib olla ka põhikaitseks.

Lisakaitseks on soovitatav kasutada hetkvoolulõiget. Mõnel juhul tohib kasutada voolulõiget ka eksliku siselülitamise puhuks kolmefaasilisele lühistusele kaitse üles-

seadmise kohas, kui muude režiimide jaoks valitud voolulõike tundlikkus ei ole piisav (vt. 3.2.26).

Maalühiste vastu tuleb tavaliselt kasutada astmelist suunatud või suunamata nulljärgnevusvoolukaitset.

3.2.112. Ühe toitepunktiga ringvõrgu alglõikude tarbijapoolsetes otstes on soovitatav kasutada põhikaitseks faasidevaheliste lühiste vastu üheastmelist suundvoolukaitset; muudel põhiliselt 110-kV üksikliinidel on lubatud mõnel juhul kasutada astmelisi voolukaitseid või astmelist voolupingekaitset, varustades neid vajaduse korral suunaseadisega.

Kaitse tuleb põhiliselt paigaldada sinna liini otsa, kust saab tulla toide.

3.2.113. Kahe või enama toitepunktiga rööpliinidel ning ühepoolse toitega rööpliinide toitepoolses otsas võib kasutada samu kaitseid kui samasugustel üksikliinidel (vt. 3.2.110 ja 3.2.111).

Maalühise ja mõnikord ka kahepoolse toitega liinide faasidevaheliste lühiste kiireks väljalülitamiseks võib kasutada rööpliini võimsuse suunda kontrollivat lisakaitset. Selleks võib olla kas omaette ristvoolukaitse, mis on lülitatud nulljärgnevusvoolule või faasivooludele, või olemasolevate kaitsete (nulljärgnevusvoolukaitse, maksimaalvoolukaitse, distantskaitse jm.) kiirendamine võimsuse suuna järgi rööpliinis.

Tundlikkuse suurendamiseks normaalrežiimis võib rööpliini lüliti väljalülitamisel töössejääva liini nulljärgnevusvoolukaitse mõned astmed tööst välja lülitada.

Ühepoolse toitega rööpliinide paari vastuvõtuotsas tuleb tavaliselt kasutada suunatud ristediferentsiaalkaitset.

3.2.114. Kui paragrahvi 3.2.113 järgi valitud kaitse ei võimalda vajalikku toimekiirust (vt. 3.2.108), võib rööpliinide paari normaalpõhikaitseks toiteotsas valida suunatud ristediferentsiaalkaitse, kui tegemist on põhiliselt jaotusvõrku kuuluvate ühepoolse toitega 110...220-kV liinidega või kahepoolse toitega 110-kV liinidega.

Liini üksikrežiimi põhikaitseks ning paralleelrežiimis ka reservkaitseks kasutatakse seejuures paragrahvis 3.2.110 ja 3.2.111 toodud kaitseid. Neid kaitseid või nende üksikuid astmeid (näiteks nulljärgnevusvoolukaitse viimane aste) võib toita liinide voolude summaga, et suurendada kaitse tundlikkust välislühistele.

On lubatud kasutada suunatud ristediferentsiaalkaitset

lisaks 110-kV rööpliinide astmelisele voolukaitsele vigastuse kiire väljalülitamise huvides ka siis, kui paragrahv 3.2.108 seda otseselt ei nõua.

3.2.115. Kui paragrahvides 3.2.111...3.2.113 toodud kaitseid ei taga vajalikku toimekiirust (vt. 3.2.108), tuleb kahepoolse toitega üksik- ja rööpliinide korral kasutada kõrgsageduskaitset või pikidiferentsiaalkaitset.

110...220-kV liinidel on soovitatav kasutada põhikaitseks kõrgsagedusblokeeringuga distantskaitset koos suunatud nulljärgnevusvoolukaitsega, kui see on otstarbekohane tundlikkuse (näiteks hargneval liinil) või lihtsuse poolest.

Omaette kaabli paigaldamise korral tuleb pikidiferentsiaalkaitse valikut tehnilis-majandusliku arvutusega põhjendada. Kaitse ühendusjuhtmete korrasoleku kontrolliks peab olema criseadis.

Kui 330...500-kV liinile on paigaldatud mingi sobiv kauglülitusseade, tuleb seda kasutada kõrgsageduskaitsele lisaks käskluste edastamiseks, et lülitada välja lüliti või kiirendada astmelisi reservkaitseid teises liini otsas. 500-kV liinile võib nimetatud seadme monteerida ka ainuüksi re-leekaitse tarbeks.

Kui toimekiirus (vt. 3.2.108) või tundlikkus (näiteks hargnevatel liinidel) seda nõuavad, võib kasutada väljalülitava või astmelist kaitset kiirendava käskluse edastamist ka 110...220-kV liinidel.

3.2.116. Kui põhikaitse valitakse paragrahvi 3.2.115 järgi, tuleb reservkaitseks kasutada faasidevaheliste lühiste vastu peamiselt kolmeastmelist distantskaitset;

maalühiste vastu suunatud ja suunamata astmelist nulljärgnevusvoolukaitset.

Kui lülitatakse pikemaks ajaks tööst välja paragrahvis 3.2.115 toodud põhikaitse, mis oli valitud kiire väljalülitamise nõudest lähtudes (vt. 3.2.108), võib selleks ajaks mittelektiivselt kiirendada faasidevaheliste lühiste reservkaitseid (näiteks pärijärgnevuspinge väärtuse järgi).

3.2.117. 330...500-kV liinide põhikaitse, faasidevaheliste lühiste reservkaitse kiiretoimelised astmed ja ühefaasilise taasilülitusautomaadi valikuseadised peavad olema sellise ehitusega, et ka tugevad elektromagnetilised siirdeprotsessid ja tunduv liini mahtuvusjuhtivus ei häiriks nende ettenähtud talitlust. Selleks tuleb

vähendada elektromagnetiliste siirdeprotsesside mõju kaitsekomplektidele ja ühefaasilise taaslülitusautomaadi valikuseadistele (näiteks madalsagedusfiltritega);

kompenseerida liinide mahtuvusjuhtivusest põhjustatud voolu mõju üle 150 km pikkuste liinide faasidiferentsiaal-kõrgsageduskaitsele.

Kui kiirkaitse tootmisel mitme voolutrafokomplekti voolu summaga ei saa rahuldada paragrahvi 3.2.29 nõudeid, on soovitatav rakendada eriabinõusid, mis väldiksid kaitse liigrakendumist välislühisel (näiteks tundlikkuse vähendamist) või paigaldada kaitse tootmiseks liini ahelasse omaette voolutrafode komplekt.

330...500-kV liinil, millel kasutatakse mahtvuslikku pikikompensatsiooni, tuleb rakendada abinõusid, mis väldiksid kompensatsiooniseadmete mõjust tingitud kaitse liigrakendumist välislühiste ajal. Näiteks võib kasutada vastujärgnevusvõimsuse suunareleed või lubava signaali edastamist.

3.2.118. Ühefaasilise taaslülitamise kasutamisel peab releekaitse toimima järgmiselt:

1) ühe faasi maalühisel, mõnikord ka maaühenduseta kahefaasilisel lühisel, tuleb välja lülitada ainult üks faas (järgneva automaatse taaslülitamisega);

2) kui punktis 1 kirjeldatud vigastus püsib ka pärast taaslülitamist, tuleb välja lülitada kas üks või kolm faasi, sõltuvalt sellest, kas püsiv osafaasirežiim on ette nähtud või mitte;

3) muude lühiseliikide korral tuleb välja lülitada kohe kolm faasi.

Lattide kaitse. Mõõdaviiklülitile, lattidevahelisele lülitile ja sektsoonidevahelisele lülitile toimivad kaitse

3.2.119. Elektriijaama või alajaama 110-kV või kõrgema pingega kogumislattide kaitseks tuleb kasutada eraldi releekaitseadmeid järgmistel juhtudel:

1) kahe latisüsteemi (kaksiklatisüsteem, poolteistlüliti-skeem jm.) ja sektioneeritud üksiklatisüsteemi korral;

2) sektioneerimata üksiklatisüsteemi korral, kui lattide lühise väljalülitamine lattidega ühenduses olevate elementide kaitse toimel on paragrahvis 3.2.108 toodud asjaoludel lubamatu või kui nimetatud latte tootval liinil on haruühendusi.

3.2.120. Elektriijaama või alajaama 35-kV kogumislattide kaitseks tuleb kasutada eraldi releekaitseadmeid järgmistel juhtudel:

paragrahvi 3.2.108 nõuete rahuldamiseks;
kahe latisüsteemi või sektsiooni korral, kui nende lahutamise lattidevahelise (sektsoonidevahelise) lüliti kaitse või latte tootva ühenduse kaitse toimel ei võimalda tarbijaid töökindlalt toita (võttes arvesse ka taaslülitusautomaadi poolt loodavaid võimalusi).

3.2.121. Elektriijaama või alajaama 35-kV või kõrgema pingega kogumislattide kaitseks tuleb tavaliselt kasutada viiteta diferentsiaalkaitset, mis hõlmab kõiki latisüsteemi või sektsiooni ühendusi.

Tuleb kasutada siirde- ja püsivhälbevoole välistavaid erivoolureleesid (kasutades selleks näiteks küllastuvat vahetrafit või pidurdust).

Kui 330-kV või kõrgemal pingel on trafo (autotrafo) ühendamiseks rohkem kui üks võimsuslülit, on soovitatav kasutada sellel latisusel diferentsiaalkaitset.

3.2.122. Ühe lüliti korral ühenduse kohta tuleb elektriijaama või alajaama 35-kV või kõrgema pingega kaksiklatisüsteemi diferentsiaalkaitseks valida kinnistatud ühenduste variant.

110-kV või kõrgema pingel korral tuleb ette näha kinnistuse muutmise võimalus klammireal juhaks, kui tahetakse ühendust püsivalt lülitada ühelt latisüsteemilt teisele.

3.2.123. Paragrahvides 3.2.121 ja 3.2.122 märgitud diferentsiaalkaitse peab olema kaitsekeemi kuuluvate voolutrafode sekundaarahelate korrasoleku kontrolli seadis, mis viitega toimides lülitab kaitse välja ja annab ühtlasi signaali.

3.2.124. Elektriijaama 6...10-kV sektioneeritud lattidel tuleb kasutada kaheastmelist mittetäielikku diferentsiaalkaitset, mille esimeseks astmeks on voolulõige, voolu-pingelõige või distantskaitse ja teiseks maksimaalvoolukaitse. Kaitse peab välja lülitama toiteühenduse ja omatarbetafro.

Kui kaitse teisel astmel pole kirjeldatud kujul nõuetekohast tundlikkust lühise korral toidetava reaktorliini lõpus

(lattide koormus generaatorpingel on suur, toidetavate liinide võimsuslülitid asuvad reaktori taga), tuleb tema asemel paigaldada reaktorite ahelatesse omaette maksimaalvoolukaitsekomplektid, millel võib olla ka pingekäivitus; nende rakendamisel peab toiteühenduste väljalülitumine toimuma lühise olemasolu kontrolliva lisaseadise kaudu. Sel juhul tuleb sektsioonidevahelisele võimsuslülitile paigaldada kaitse, mis likvideeriks lühise reaktori ja lüliti vahel ning lülituks automaatselt töösse viimase väljalülitumisel. Kui osa toiteühendusi on pidevalt lülitatud reservlatisüsteemile, tuleb kasutada mittetäielikku lattide diferentsiaalkaitse kinnistatud ühenduste varianti.

Kui toiteühenduste lülitust latisüsteemide vahel muudetakse sageli, tohib kasutada omaette distantskaitseid, mis paigaldatakse kõikidele toiteühendustele peale generaatorite.

3.2.125. Elektriijaamas, kus generaatori võimsus ei ületa 12 MW, on lubatud loobuda 6... 10-kV sektsioneeritud lattide erikaitsest; sel juhul peavad lühise lattidel välja lülitama generaatorite maksimaalvoolukaitseid.

3.2.126. Madaldusalajaama 6... 10-kV kaksiklatisüsteemil ja sektsioneeritud üksiklatisüsteemil pole erikaitset tavaliselt vaja kasutada, vaid lühise lattidel peab välja lülitama trafo välislühiskaitse ja sektsioonidevahelise või lattidevahelise lüliti kaitse. Võimsas alajaamas on lubatud kasutada toiteühenduste voolude summale ühendatud kaitset, kui sellega saab suurendada tundlikkust või toimekiirust. Kui alajaama lattidelt väljuvad liinid on ühendatud läbi reaktori, võib lattide kaitse teha sarnaselt elektriijaama lattide kaitsega.

3.2.127. Võimsuslülitisest voolutrafoade kasutamisel tuleb lattide diferentsiaalkaitse ahelad ja väljuva ühenduse kaitse ahelad ühendada voolutrafo mähistega, mis paiknevad lüliti faasi vastaspoolustel, nii et selle siselühis jääb mõlema kaitse mõjutsooni.

Sisseehitatud voolutrafoade puudumisel tuleb eraldiseisvad voolutrafoad kokkuhoiu huvides paigaldada ainult ühele poole võimsuslülitit, võimaluse korral nii, et lüliti jääb lattide diferentsiaalkaitse mõjutsooni. Kinnistatud ühendustega kaksiklatisüsteemi puhul tuleb lattidevahelise lüliti ahelas kasutada lattide kaitse jaoks kaht voolutrafo südamikku.

Eraldi distantskaitse kasutamisel lattide kaitseks tuleb sektsioonidevahelise võimsuslülitit ahelas asuv lattide

kaitse voolutrafoade komplekt paigaldada latisektsiooni ja reaktori vahele.

3.2.128. Vigastatud latisüsteemi või -sektsiooni proovipingestamisel peab lattide kaitse lühise selektiivselt ning viiteta välja lülitama.

3.2.129. Lattidevahelise või sektsioonidevahelise võimsuslülitit olemasolul tuleb 110-kV ja kõrgema pingega möödaviik-võimsuslülitile paigaldada sellised kaitseid, mida saab kasutada asendava kaitseks iga ühenduse kaitse, lüliti või voolutrafo hoolduse ajal:

kolmeastmeline distantskaitse ja voolulõige faasidevaheliste lühiste vastu;
neljaastmeline nulljärgnevusvoolu-suundkaitse maalühise vastu.

Lattidevahelisele või sektsioonidevahelisele võimsuslülitile tuleb samal ajal paigaldada järgmised kaitseid, mida kasutatakse latisüsteemide või -sektsioonide lahtu lülitamiseks, kui võimsuslülitit lahtustörkekaitse või lattide kaitse puuduvad või on tööst väljas, ning kaugreserveerimise tõhustamiseks:

kaheastmeline voolukaitse faasidevaheliste lühiste vastu;
kolmeastmeline nulljärgnevusvoolukaitse maalühise vastu.

Lattide- või sektsioonidevahelisele lülitile võib paigaldada kaugreserveerimise tõhustamiseks ka keerukamaid kaitseid.

110-kV või kõrgema pingega lattide- või sektsioonidevahelisele võimsuslülitile, mis täidab ka möödaviiklülitit ülesandeid, tuleb valida nii lattidevahelisele (sektsioonidevahelisele) lülitile kui möödaviiklülitile ettenähtud kaitseid eraldi komplektidena.

110-kV või kõrgema pingega liini kiirpõhikaitsele on soovitatav ette näha möödaviiklülitile ümberlülitamise võimalus.

3... 35-kV lattide- või sektsioonidevahelisele lülitile tuleb paigaldada kaheastmeline voolukaitse faasidevaheliste lühiste vastu.

3.2.130. Möödaviik-võimsuslülitit puudumisel primaarahelas (näiteks nelinurkskeemi või poolteistlülitiskeemi puhul) tuleb kasutada eri kaitsepaneeli, mis lülitatakse töösse liini kaitse asemele selle hoolduse ajaks; selline eraldi asenduspaneel peab olema:

220-kV liinil, millel puudub omaette põhikaitse;
igal 330... 500-kV liinil.

Omaette põhikaitse puudumisel võib eri asenduspaneeli paigaldada ka 110-kV liinidele, kui primaarahelas kasutatakse hulknurkskeemi või liini ahelas asuva võimsuslülitiga sildskeemi ja kaitse hoolduse ajal pole võimalik liine kaitsta lihtsamate tehniliste vahenditega.

Sünkroonkompensaatorite kaitse

3.2.131. Sünkroonkompensaatoril tuleb kasutada samu releekaitseseadmeid, mis on ette nähtud sama võimsusega turbogeneraatorile, kuid järgmiste erinevustega.

1. Signaalitoimega sümmeetrilise ülekoormuse kaitse tuleb lahutada käivituse ajaks, kui on karta tema rakendust selles režiimis.

2. Tuleb kasutada väljalülitavat minimaalpingekaitset, mille rakenduspinge tuleb valida $(0,1 \dots 0,2)U_N$ ja viide ligikaudu 10 s.

3. Tuleb kasutada lühiaegsel alajaama toitetajäämisel (näiteks pingepausi ajal toiteliini taaslülitamisel) toimivat kaitset. Selleks peab olema sünkroonkompensaatori võimsuslülile või väljakustutusautomaadile toimiv minimaalsageduskaitse. Võib kasutada ka muul põhimõttel, näiteks sageduse langemise kiirusel, töötavat kaitset.

4. 50-Mvar või suuremal sünkroonkompensaatoril peab olema masinat välja lülitav või signaaliv ergutuse kaotuse kaitse (ergutusvoolu langemisel alla lubatud piiri).

5. Trafoga ühte plokki kuuluva sünkroonkompensaatori staatori maaühenduse vastu tuleb kasutada trafo alampingele ühendatud kaitset.

Kui maaühendusvool alampingel on üle 5 A, võib maandusreaktori jätta paigaldamata, kui kaittsel on kaks viiteastet: väiksemaga lülitatakse välja kompensaatori võimsuslüliti, pikem rakendab signaali.

Kui maaühendusvool trafo alampingel ei ole üle 5 A, peab kaitstel olema vaid üks signaali rakendav aste. 50-Mvar või suurema kompensaatori korral tuleb luua võimalus kaitse ühendamiseks kas signaalima või välja lülitama.

3.2.132. Alalise valveta alajaamas peab sünkroonkompensaatori ülekoormuskaittsel olema sõltumatu viide ning see peab esmalt rakendama signaali ja piirama ergutusvoolu, pikema viitega aga kompensaatori välja lülitama

(kui automaatergutusregulaator ei väldi kestva ülekoormuse tekkimist).

3.2.133. Sünkroonkompensaatori ergutusahela maaühenduskaitse tuleb teha samadel põhimõtetel kui hüdrogeneraatoril, vt. 3.2.85 (viide parandatud).

Peatükk 3.3

AUTOMAATIKA JA TELEMHAANIKA

Kehtivuspiirkond ja üldnõuded

3.3.1. EEE käesolev peatükk kehtib elektri jaamade, energiasüsteemide, elektrivõrkude, tööstuslike ja muude elektriseadmete elektrivarustuse automaatika- ja telemhaanika seadmete kohta, mis on ette nähtud

1) liinide või liini faaside, lattide ja muude elektriseadmete taaslülitamiseks pärast nende automaatselt väljalülitamist;

2) reservtoite või -seadme sisselülitamiseks;

3) sünkroongeneraatorite ja -kompensaatorite rööptöösse lülitamiseks;

4) ergutuse, pinge ja reaktiivvõimsuse reguleerimiseks;

5) sageduse ja aktiivvõimsuse reguleerimiseks;

6) stabiilsuse tagamiseks;

7) asünkroonrežiimi katkestamiseks;

8) sageduse languse piiramiseks;

9) sageduse tõusu piiramiseks;

10) pinge languse piiramiseks;

11) pinge tõusu piiramiseks;

12) seadmete liigkoormuse vältimiseks;

13) dispetskontrolliks ja -juhtimiseks.

Punktides 4...11 toodud seadmete talitus määratakse täielikult või osaliselt kogu energiasüsteemi töötingimustega. Neid seadmeid projekteeritakse ja ekspuateritakse NSV Liidu Energeetika ja Elektrifitseerimise Ministriumi vastavate organisatsioonide poolt või kooskõlastatult nendega.

Energiasüsteemides ja energiaobjektidel võib paigaldada automaatsuhtimisseadmeid, mida ei ole käsitletud EEE käesolevas peatükis ja mis on sätestatud teiste dokumentidega. Nende seadmete töö peab olema kooskõlastatud omavahel, samuti käesolevas peatükis käsitletud seadmete ja süsteemidega.

Elektrienergia tarbijate elektrivõrkudes tuleb kasutada selliseid automaatsedmeid, mis võimaluste piires väldivad vastutusrikkamate tehnoloogiliste protsesside häireid lühiajalistel elektrivarustuse katkestustel kaitsete ja automaatide rakendumiste tõttu välis- ja siseelektrivõrgus (vt. 5.3.52, 5.3.53 ja 5.3.58).

Automaatne taaslülitamine

3.3.2. Taaslülitusautomaadid tuleb ette näha tarbijate ning süsteemidevaheliste ja süsteemisestest sidemete toite kiireks taastamiseks releekaitse poolt väljalülitatud võimsuslülitite automaatse sisselülitamise teel.

Automaatset taaslülitamist tuleb kasutada

1) iga liiki üle 1000-V õhu- ja segaliinidel (osalt kaabel-, osalt õhuliinidel). Taaslülitamisest loobumist tuleb põhjendada igal üksikjuhul.

35-kV või madalama pingega kaabelliinidel on soovitatav kasutada taaslülitamist, kui see võib osutada tarvilikuks lahtise kaarleegiga vigastuse suure tõenäosuse tõttu (näiteks mitme vahelatistuse olemasolul või mitme alajaama toitmisel ühe liiniga) või kaitse ebaselektiivsustoitme parandamiseks.

110-V või kõrgema pingega kaabelliinidel tuleb taaslülitamise kasutamine igal üksikjuhul lahendada projekteerimisel, arvestades konkreetseid tingimusi;

2) elektrijaamade ja alajaamade lattidel (vt. 3.3.24 ja 3.3.25);

3) trafodel (vt. 3.3.26);

4) vastutusrikkastel elektrimootoritel, mis lülitatakse välja teiste mootorite isekäivituse tagamiseks (vt. 3.3.38).

Automaatseks taaslülitamiseks punktide 1...3 alusel tuleb taaslülitusautomaadid ette näha möödaviik-, lattide- ja sektsioonidevahelistele võimsuslülititele.

Seadmete kokkuhoiu eesmärgil on lubatud kasutada gruppitaaslülitusautomaate, esmajärjekorras kaabel- ja teistel

6...10-kV liinidel. Seejuures peab arvestama grupitaaslülituse puudusi, näiteks tõrke võimalust, kui pärast ühe ühenduse võimsuslülitit väljalülitamist toimub teise ühenduse väljalülitamine enne taaslülitusautomaadi ennistumist.

3.3.3. Taaslülitusautomaat ei tohi toimida

1) kui personal lülitab võimsuslülitit välja distants- või kaugjuhtimise abil;

2) kui releekaitse lülitab võimsuslülitit välja vahetult pärast selle sisselülitamist distants- või kaugjuhtimise teel;

3) võimsuslülitite väljalülitamisel trafode ja pöörlevate masinate sisevigastuste kaitsete või avariitõrjeautomaatide toimel ning teistel väljalülitamistel, kui automaatne taaslülitamine ei ole lubatav. Taaslülitamine pärast sagedusautomaadi rakendumist peab vastama paragrahvile 3.3.81.

Taaslülitusautomaadi ehitus peab vältima mitmekordset lühisele sisselülitamist automaadi skeemi mis tahes rikkal.

Taaslülitusautomaadid peavad automaatselt ennistuma.

3.3.4. Taaslülitusautomaadi kasutamisel tuleb tavaliselt kiirendada releekaitse toimet ebaeduka taaslülitamise juhiks. Releekaitset kiirendatakse kiirendusseadise abil, mis rakendub nii ebaedukal taaslülitamisel kui ka muudel sisselülitamistel (distants- ja kaugjuhtimisega või reservlülitamisega). Koos kaitse kiirendamisega tuleb võtta meetmeid, et vältida väljalülitamist võimsuslülitit faaside eriaegse sisselülitamisega kaasnevast voolutõukest. Võimsuslülitit sisselülitamisel ei tule kaitseid kiirendada, kui liin on juba pingestatud teise lülitiga (sümmeetrilise pinge olemasolul liinil).

Pärast taaslülitamist võib 35-kV või madalama pingega liinide kaitseid operatiivvahelduvvoolul jätta kiirendamata, kui toimeaeg lähedastel metalsetel lühistel ei ületa 1,5 s või kui see nõuaks tunduvalt keerukat kaitset.

3.3.5. Kolmefaasilised taaslülitusautomaadid tuleb käivitada esijoones juhul, kui celnev operatiivkäsklus ei vasta võimsuslülitit tegelikule asendile; taaslülitusautomaati võib käivitada ka kaitsega.

3.3.6. Üldjuhul võib kasutada ühe- või kahekordset kolmefaasilist taaslülitusautomaati (viimast peavad võimaldama võimsuslülitit töötingimused).

Kahekordseid kolmefaasilisi taaslülitusautomaate on soovitatav kasutada õhuliinidel, eriti ühepoolse toitega üksikliinide jaoks. 35-kV või madalama pingega võrgus on

kahekordsed kolmefaasilised taaslülitusautomaadid soovitavad esmajärjekorras reserveerimata liinide korral.

Isoleeritud või kompenseeritud neutraaliga võrkudes tuleb taaslülituse esimese tsükli järel maaühenduse tekkimisel teine tsükkel blokeerida (näiteks nulljärgnevuspingest). Kolmefaasilise taaslülitusautomaadi teise tsükli viide peab olema vähemalt 15...20 s.

3.3.7. Elektriülekande normaalrežiimi kiireks taastamiseks peab kolmefaasilise taaslülitusautomaadi viide olema võimalikult väike (eriti ühepoolse toitega liinide taaslülituse esimeses tsüklis), kuid arvestada tuleb ka vigastuskohas kaare kustumiseks ja keskkonna deioniseerimiseks kuluvat aega ning ka aega, mis kulub võimsuslüliti ja tema ajami taaslülituseks valmisolekuni jõudmiseks.

Kahepoolse toitega liini kolmefaasilise taaslülitusautomaadi viite valikul tuleb arvestada vigastuse võimaliku eriaegse väljalülitamisega liini otstes, kuid seejuures ei tarvitse arvestada kaugreserveerimiseks ettenähtud kaitse viitega. Võimsuslülite väljalülitamise eriaegsuse liini otstes võib jätta arvestamata, kui väljalülitamine toimub kõrgsageduskaitse toimel. Ühekordse kolmefaasilise automaatse taaslülituse edukuse tõstmiseks võib suurendada viidet (arvestades tarbijate tööd).

3.3.8. Ühepoolse toitega 110-kV või kõrgema pingega üksikliinidel, kus ebaeduka kolmefaasilise taaslülituse järel on lubatav üle minna kestvale tööle kahe faasiga, tuleb ette näha kahekordne kolmefaasiline taaslülitamine liini toivas otsas. Liini võib kahefaasirežiimi üle viia kas personal kohapeal või kaugjuhtimise abil.

Liini üleviimiseks kahefaasirežiimi ebaeduka taaslülitamise järel tuleb ette näha lahklülite või võimsuslülite faasikaupa juhtimine liini otstes.

Liini üleviimisel kestvale tööle kahe faasiga tuleb vajaduse korral vähendada liini osafaasirežiimist tekitatud häireid sideliinidele, näiteks piirates osafaasirežiimis ülekantavat võimsust (kui see on võimalik tarbijate töö seiskohast). Üksikjuhtudel, eripõhjenduse olemasolul, võib sideliini töö osafaasirežiimi ajaks isegi katkestada.

3.3.9. Liinidel, mille väljalülitamisel genereerivate allikate vaheline elektriline side ei katke, näiteks ühepoolse toitega rööpliinidel, tuleb üles seada sünkronismikontrollita kolmefaasilised taaslülitusautomaadid.

3.3.10. Kahepoolse toitega üksikliinidel tuleb (kaudsidemete puudumisel) ette näha kas

- a) kiiretoimeline kolmefaasiline automaatne taaslülitus;
- b) ebasünkroonne kolmefaasiline automaatne taaslülitus;
- c) sünkronismi püüdev kolmefaasiline automaatne taaslülitus või nende kombinatsioon.

Lisaks võib ette näha ühefaasilise automaatse taaslülituse koos mitmesuguste kolmefaasiliste automaatsete taaslülitustega, kui võimsuslülid on faasijuhtimisega ja kui ei rikuta energiasüsteemi osade rööptöö stabiilsust ühefaasilise automaatse taaslülituse tsüklis.

Automaatse taaslülituse liigi valikul tuleb lähtuda süsteemi ja seadmete tegelikest töötingimustest, arvestades juhiseid paragrahvides **3.3.11** kuni **3.3.15**.

3.3.11. Kiiretoimeline kolmefaasiline automaatne taaslülitus (liini mõlema otsa üheaegne, minimaalse viitega sisselülitamine) on soovitatav üldjuhul ette näha paragrahvis **3.3.10** toodud liinidele, kui ühendatavate süsteemide elektromotoorjõuvektorite vaheline nurk on väike. Kiiretoimelist kolmefaasilist taaslülitust võib kasutada seda võimaldaval võimsuslülitel, kui pärast sisselülitamist säilitatakse süsteemide sünkroonne rööptöö ja kui sünkroongeneraatorite ning -kompensaatorite suurim elektromagnetiline moment (arvestades vajalikku varu) on väiksem elektromagnetilisest momendist masina klemmidel kolmefaasilise lühise puhul. Suurim elektromagnetiline moment tuleb määrata kiiretoimelise taaslülituse jooksul saavutatava suurima nurga juures. Kiiretoimelist automaatset taaslülitust võib käivitada üksnes juhul, kui rakendub kogu kaitsavat liini hõlmav kiiretoimeline relekaitse. Reservkaitse rakendumisel peab kiiretoimeline automaatne taaslülitamine blokeeruma, võimsuslüliti lahutustõrkekaitse töötamisel aga blokeeruma või töötama viitega.

Kiiretoimelist automaatset taaslülitust ei soovitata kasutada, kui energiasüsteemi stabiilsuse säilitamiseks pärast taaslülitamist peaksid ulatuslikult talitlema avariitõrjeautomaadid.

3.3.12. Ebasünkroonset automaatset taaslülitust võib kasutada paragrahvis **3.3.10** toodud liinidel (põhiliselt pingel 110...220 kV), kui

- a) ebasünkroonset sisselülitamisel tekkiv sünkroongeneraatorite ja -kompensaatorite suurim elektromagnetiline moment on väiksem (arvestades vajalikku varu) masina klemmidel kolmefaasilise lühise korral tekkivast elektromagnetilisest momendist.

Ebasünkroonse automaatse taaslülituse lubatavuse hindamisel võetakse aluseks staatori voolu perioodiliste komponentide arvutusväärtused 180-kraadise sisselülitamisnurga juures;

b) trafosid (autotrafosid) läbiv suurim vool 180° sisselülitamisnurga juures on väiksem lühisvoolust nende klemmidel, kui nad oleksid ühendatud lõpmata suure võimsusega lattidele;

c) pärast automaatset taaslülitust on tagatud küllaldaselt kiire resünkroniseerimine. Kui ebasünkroonse automaatse taaslülituse tagajärjel võib tekkida kestev asünkroonkäik, tuleb ette näha eriabinõud selle ärahoidmiseks või katkestamiseks.

Nende tingimuste täitmisel võib ebasünkroonset automaatset taaslülitust kasutada ka rööpliinide remondi korral.

Ebasünkroonse automaatse taaslülituse korral tuleb võtta meetmeid kaitse liigrakendumise vältimiseks. Sei eesmärgil on soovitatav võimsuslülitid sisse lülitada kindlas järjekorras, näiteks pärast edukat taaslülitust liini ühes otsas teha teises otsas pinge olemasolu kontrolliv automaatne taaslülitus.

3.3.13. Paragrahvis 3.3.10 toodud liinide sisselülitamiseks tunduva libistuse (ligi 0,04 suhtelist ühikut) ja lubatava nurga korral võib kasutada sünkronismipüüdvat automaatset taaslülitust.

Võimalik on ka järgmine automaatne taaslülitus.

Esimesena sisselülitatava liini otsas kasutatakse kiirendatud kolmefaasilist automaatset taaslülitust (kogu liini hõlmava kaitsetsooniga kiiretoimelise kaitse rakendamisel), kontrollimata pinge olemasolu liinil, või kolmefaasilist automaatset taaslülitust pinge puudumise kontrolliga, liini teises otsas aga sünkronismipüüdvat automaatset taaslülitust. Viimane toimub tingimusel, et esimeses otsas toimunud sisselülitamine oli edukas (võib kindlaks määrata liinil pinge olemasolu kontrollimisega).

Sünkronismi püüdmiseks võib kasutada seadmeid, mis töötavad püsiva ennetusnurgaga sünkronisaatorite põhimõttel.

Taaslülitusautomaadid tuleb ehitada selliselt, et oleks võimalik muuta võimsuslülitite sisselülitamise järjekorda liini otstes.

Sünkronismipüüdvad taaslülitusautomaadid peavad ole-

ma võimelised rakenduma võimalikult suure sageduste erinevuse puhul.

Maksimaalselt lubatav sisselülitamisnurk sünkronismipüüdvatel taaslülitusautomaatidel tuleb määrata paragrahvis 3.3.12 toodud tingimustel.

Sünkronismipüüdvat automaatset taaslülitust soovitatakse kasutada ka liini sisselülitamiseks distantsjuhtimise teel (nn. poolautomaatne sünkroniseerimine).

3.3.14. Pingetrafosid evivateel liinidel on automaatse taaslülituse eri liikide puhul pinge puudumist või pinge olemasolu soovitatav kontrollida seadistega, mis reageerivad liini- või faasipingele ja vastu ning nulljärgnevuspingele. Mõningail juhtudel, näiteks rööpreaktoriteta liinidel, võib nulljärgnevuspinge kontrollist loobuda.

3.3.15. Ühefaasiline automaatne taaslülitus on kasutatav ainult suure maavooluga võrkudes. Ühefaasilist automaatset taaslülitust, kus liini faasi püsival vigastusel ei nähta ette automaatselt üle minna osafaasirežiimile, tuleb kasutada

a) suure koormusega süsteemidevahelistel ja süsteemisestel üksikliinidel;

b) suure koormusega süsteemidevahelistel 220-kV või kõrgema pingega liinidel, millel on kaks või enam rööpsidet, kui ühe liini väljalülitamine võib rikkuda energiasüsteemi dünaamilist stabiilsust;

c) eri pingeklassiga süsteemidevahelistel ja süsteemisestel liinidel, kui kõrgema pingega liini kolmefaasilisel väljalülitamisel võivad madalama pingega liinid lubamatult üle koormuda ja rikkuda energiasüsteemi stabiilsuse;

d) suuri plokkaamu süsteemiga ühendavatel liinidel, kui puudub märkimisväärne kohalik koormus;

e) ülekanaliinidel, kus kolmefaasiline automaatne taaslülitamine tekitab pinge langemise tõttu suure koormuskaotuse.

Ühefaasilise taaslülitusautomaadi ehitus peab olema selline, et automaadi tööst väljalülitamisel või operatiivtoite kadumisel siirduvad liini kaitsed automaatselt kolme faasi väljalülitustoimele.

Maalühisel valitakse vigastatud faase valikseadiste abil, mida võib kasutada kiiretoimelise lisakaitsena ühefaasilise automaatse taaslülituse tsüklis. kolmefaasilisel ja kiiretoimelisel taaslülitusel ning liini ühepoolisel distantsjuhtimisega sisselülitamisel.

Ühefaasilise taaslülitusautomaadi viite valikul peab

arvestama osafaasirežiimis kaare kustumise ja keskkonna deioniseerimise aega maalühise kohas ning kaitsete võimalikku eriaegset rakendumist liini otstes ja valikuseadiste kaskaadset toimet.

3.3.16. Ühefaasilist automaatset taaslülitust tuleb paragrahvis **3.3.15** toodud liinidel kasutada koos kolmefaasilise taaslülituse eriliikidega. Tuleb ette näha võimalus keelata kolmefaasilise taaslülituse toime kas kõikidel ühefaasilise taaslülituse juhtumitel või ainult ebaeduka taaslülituse korral. Sõltuvalt konkreetsetest tingimustest on kolmefaasiline taaslülitus lubatav ebaeduka ühefaasilise taaslülituse järel. Neil juhtudel toimub kolmefaasiline taaslülitus suurema viitega esmalt liini ühes otsas, kui on kontrollitud pinge puudumist liinil.

3.3.17. Kahepoolse toitega üksikliinidel, mis ühendavad väikese võimsusega elektriijaama süsteemiga, võib kasutada

a) kolmefaasilist automaatset taaslülitust koos hüdrogeneraatorite automaatse isesünkroniseerimisega — hüdroelektriijaamades;

b) kolmefaasilist automaatset taaslülitust koos jaotusautomaatidega — hüdro- ja soojuselektriijaamades.

3.3.18. Mitme rööpsidemega kahepoolse toitega liinidel tuleb kasutada järgmist liiki taaslülitust.

1. Kahe sideme korral, või ka kolme sideme korral, kui viimasest kahe sideme üheaegne väljalülitamine on tõenäoline (näiteks kahe ahelaga liin),

ebasünkroonset automaatset taaslülitust (põhiliselt 110...220-kV liinidel ja paragrahvis **3.3.12** toodud tingimuste täitmisel, kui lülitatakse välja kõik sidemed);

sünkronismi kontrolliga automaatset taaslülitust (kui mittesünkroonset taaslülitust ei saa kasutada paragrahvis **3.3.12** toodud tingimustel, kui lülitatakse välja kõik sidemed).

Vastutusrikastel liinidel, kus ebasünkroonset taaslülitust ei saa kasutada paragrahvis **3.3.12** toodud tingimustel, tuleb kahe või kolme sideme korral, kui viimasel juhul kaks sidet moodustavad kaheahelalise liini, kasutada ühefaasilist, kolmefaasilist kiiretoimelist või sünkronismipüüdvat taaslülitust (vt. **3.3.11**, **3.3.13**, **3.3.15**). Seejuures tuleb ühefaasilist või kolmefaasilist kiiretoimelist taaslülitust täiendada sünkronismi kontrolliva taaslülitusega.

2. Nelja või enama sideme korral, või ka kolme sideme korral, kui viimasest kahe üheaegne väljalülitamine on

vähe tõenäoline (kõik liinid on üheaahelalised) — sünkronismikontrollita automaatset taaslülitust.

3.3.19. Sünkronismikontrolliga taaslülitusautomaat tuleb ühes liini otsas varustada liinil pinge puudumise ja sünkronismi kontrolliga, liini teises otsas ainult sünkronismi kontrolliga.

Sünkronismikontrolliga taaslülitusautomaatide skeemid peavad liini mõlemas otsas olema ühesugused, et oleks võimalik muuta lülitite sisselülitamise järjekorda.

Sünkronismikontrolliga taaslülitusautomaati on soovitatav kasutada ka nende süsteemide sünkronismi kontrollimiseks, mida personal liini sisse lülitamisega ühendab.

3.3.20. Liinil on lubatav korraga kasutada mitut taaslülitamise viisi, näiteks kiiretoimelist ja sünkronismikontrolliga taaslülitust. Ka liini eri otstes võib kasutada erisuguseid kolmefaasilisi taaslülitusautomaate, näiteks kiirendatud taaslülitusautomaat liini pinge kontrollimiseks (vt. paragrahvi **3.3.13**) liini ühes otsas ja pinge olemasolu ning sünkronismikontrolliga taaslülitusautomaat teises.

3.3.21. Kolmefaasilist automaatset taaslülitust koos kiiretoimeliste ebaselektiivsete kaitsetega on lubatav kasutada viimaste selektiivsuse parandamiseks. Võrkudes, mis koosnevad liinide jadast ja neis on kasutatud kiiretoimelisi ebaselektiivseid kaitseid, on soovitatav viimaste selektiivsuse parandamiseks kasutada järjestikust automaatset taaslülitust, kaitsete kiirendamist enne taaslülitust või mitmekordset (mitte üle kolme) taaslülitust, kus kordsus kasvab toiteallika suunas.

3.3.22. Ülempingepoolele ühendatud lühistite ja lahutitega trafode toiteliinidel peab kolmefaasilise ühekordse taaslülitusautomaadi viide olema suurem lühisti sisselülitamise ja lahuti väljalülitamise kogukestusest, et lahuti lülituks välja voolupausi ajal. Kolmefaasilise kahekordse taaslülitusautomaadi korral (vt. **3.3.6**) ei tarvitse ülaltoodud tingimus esimese tsükli viite jaoks olla täidetud, kui lahuti väljalülitamine on ette nähtud teise tsükli pausi ajal.

Liinidel, kus võimsuslülitite asemel on lahutid, peab nende väljalülitamine toimuma pärast automaatse taaslülituse ebaedukat esimest tsükli, teise tsükli vooluta pausi ajal.

3.3.23. Kui automaatne taaslülitamine võib sünkroonkompensaatorid või mootorid sisse lülitada lubamatus ebasünkroonrežiimis, siis sellise režiimi vältimiseks ja ka

nende masinate poolt vigastuskohta antava lisatoite kõrvaldamiseks tuleb toite kadumisel nad automaatselt välja lülitada või viia väljakustutusautomaadi väljalülitamise teel asünkroonrežiimi.

Edukale taaslülitamisele peab pinge taastumisel järgnema masinate automaatne taaslülitamine või resünkroniseerimine.

Sünkroonkompensaatorite ja -mootoritega alajaamades tuleb võtta meetmeid, et vältida sagedusautomaadi liigset rakendamist automaatsel taaslülitamisel.

3.3.24. Kui elektrijaamade ja alajaamade lülititel ja lattelidel on automaatset taaslülitamist võimaldav erikaitse, peab automaatne taaslülitamine toimuma kas

1) automaatse proovipingestamisega (lattelid pingestatakse ühe toitva elemendi taaslülitusautomaadi toimel) või

2) lülituse automaatse taastamisega. Esimesena lülitatakse taaslülitusautomaadiga sisse üks toitvatest elementidest (näiteks liin või trafo) ning selle edukuse korral järgmine. On võimalik veelgi täielikum avariile eelnenud režiimi lülituse automaatne taastamine ka ülejäänud elementide sisselülitamisega. Seda varianti on soovitatav kasutada lattide automaatseks taaslülitamiseks esmajärjekorras ilma alalise valveta alajaamades.

Lattide automaatsel taaslülitamisel tuleb rakendada meetmed, vältimaks ebasünkroonset sisselülitamist (kui see on lubamatu). Ebaeduka taaslülitamise juhtumiks tuleb tagada lattide kaitse küllaldane tundlikkus.

3.3.25. Alajaamades, kus kaks pingemadaldustrafot töötavad lahus, tuleb enamasti ette näha kesk- ja alampingelattide taaslülitusautomaadid ja reservilülitusautomaadid. Trafo sisemistel vigastustel peab toimima reservilülitusautomaat, muudel vigastustel taaslülitusautomaat (vt. **3.3.42**).

Alajaamades, kus normaalrežiimis töötavad kaks trafot antud pingega lattelid rööbiti, võib lisaks taaslülitusautomaadile paigaldada reservilülitusautomaadi, mis on ette nähtud režiimiks, kus üks trafodest on reservis.

3.3.26. Kõik pinget madaldavad üle 1-MV-A üksiktrafod, mille toitepoolel on võimsuslülitid ja maksimaalvoolukaitse, tuleb varustada taaslülitusautomaadiga, kui trafo väljalülitamine jätab tarbijate elektriseadmed toiteta. Erijuhtudel on lubatud rakendada automaatset taaslülitamist ka trafo sisevigastuste kaitsest põhjustatud väljalülitamise järel.

3.3.27. Kahe või enama lülitiga elemendi esimese lülitid ebaeduka taaslülitamise korral tuleb enamasti ülejäänutele taaslülitusautomaadi toime keelata.

3.3.28. Elektromagnetajamiga võimsuslülititega alajaamades ja elektrijaamades, kui taaslülitusautomaat võiks korraga sisse lülitada kaht või enam lülitit, peab automaatne taaslülitamine, selleks et tagada akupatareil vajalik pingetase ja vähendada lülitite sisselülitus-elektromagnetiteid toitva kaabli ristlõiget, üldjuhul vältima mitme lülitid üheaegset sisselülitamist (näiteks kasutades eri viidetega taaslülitusautomaate).

Erijuhtudel (eelostatult pingel 110 kV või enam ning automaatse taaslülitamisega varustatud elementide suure arvu korral) võib taaslülitusautomaatidega sisse lülitada korraga kahte lülitit.

3.3.29. Taaslülitusautomaatide talitlust tuleb fikseerida näidikreleedega, releedesse sisseehitatud näidikutega, loenduritega või muude taoliste seadistega.

Reservtoite ja -seadmete automaatne sisselülitamine

3.3.30. Tarbijate elektriseadmete pingetuks jäämise puhuks nende töötoite väljalülitamise tõttu tuleb ette näha reservilülitusautomaadid, mis taastavad tarbijate toite reservtoite automaatse sisselülitamise teel. Reservilülitusautomaadid tuleb ette näha ka reservseadme automaatseks sisselülitamiseks, kui tööseadme väljalülitamine põhjustaks normaalse tehnoloogilise protsessi katkemise.

Reservilülitusautomaadid on samuti soovitatavad, kui nende kasutamine lihtsustab releekaitset, vähendab lühisvoolu ja odavdab aparatuuri, võimaldades ringvõrke asendada radiaal-, sektsioneeritud või muude lihtsamate võrkudega.

Reservilülitusautomaate võib üles seada trafodele, liimidele, sektsioneerivatele ja lattidevahelistele lülititele, elektrimootoritele jms.

3.3.31. Reservilülitusautomaat peab üldjuhul rakenduma pinge kadumisel toidetava elemendi lattelidest mis tahes

põhjusel, sealhulgas lattide lühisel (kui puudub lattide automaatne taaslülitamine, vt. 3.3.42).

3.3.32. Töötoite võimsuslüliti väljalülitamisel peab reservilülitusautomaat üldjuhul ilma lisaviiteta sisse lülitama reservtoite võimsuslüliti (vt. 3.3.41) ja kindlustama automaadi ühekordse tegevuse.

3.3.33. Voolu kadumisel toidetavas elemendis põhitoite pingetuks jäämise või ka vastuvõtupoolse võimsuslüliti väljalülitamise tõttu (kui näiteks põhitoite elemendi releekaitse lülitab välja ainult toitepoolse võimsuslüliti), tuleb reservilülitusautomaadi rakendamiseks, lisaks paragrahvis 3.3.32 toodud käivitustele, ette näha pingekäivitus.

Mainitud käivitusorgan peab põhitoite võimsuslüliti viitega välja lülitama vastuvõtupoolelt, kui pinge kaob toidetavalt elemendilt ja säilib reservtoite poolel.

Reservilülitusautomaadi käivitusorganit ei tule kasutada, kui nii põhi- kui reservtoite elemendil on ühine toiteallikas.

3.3.34. Reservilülitusautomaadi töö kiirendamiseks trafo ja lühikeste lüüride puhul on otstarbekas, et releekaitse lülitab välja mitte üksnes toitepoolse, vaid ka vastuvõtupoolse võimsuslüliti. Samal eesmärgil tuleb vastutusrikamatel kohtades (näiteks elektrijaamade omatarbes) vastuvõtupoolse võimsuslüliti viivitamatult välja lülitada blokeeriva ahela kaudu, kui mingil põhjusel lülitub välja ainult toitepoolne lüliti.

3.3.35. Reservilülitusautomaadi käivitusorgani minimaalpingeelement, mis reageerib põhitoite pinge kadumisele, ei tohi rakendada elektrimootorite isekäivitusrežiimist või pinge langemisest kaugel lühistel. Reservtoitelattide pinge olemasolu kontrolliva reservilülitusautomaadi käivitusorgani pingeelemendi rakenduspinge tuleb võimaluse korral valida elektrimootorite isekäivitustingimuste põhjal. Reservilülitusautomaadi käivitusorgani toimeaeg peab olema suurem toimeajast välislühisel, millel pinge langemine kutsub esile käivitusorgani rakendumise, ning enamasti suurem ka automaatse taaslülituse toimeajast toite poolel.

Üldjuhul tuleb vältida reservilülitusautomaadi käivitusorgani minimaalpingeelemendi iserakendumist trafo ülem- või alampinge poole ühe sulavkaitsme läbipõlemisel. Käivitusorgani toime tuleb blokeerida, kui alampingepool on kaitstud kaitselülitiga. Antud nõude võib jätta arvestamata reservilülitusautomaatide ülesseadmisel 6...10-kV jaotusvõrkudesse, kui see nõuaks eraldi pingetrafo paigaldamist.

3.3.36. Kui pingekäivitusega reservilülitusautomaadi toimeaeg osutub liiga suureks (näiteks sünkroonmootoreil on koormuse hulgas suur osakaal), on lisaks pingekäivitusorganeile soovitatav kasutada ka muid käivitusorganeid (mis reageeriks näiteks voolu kadumisele, sageduse langemisele, võimsuse suuna muutumisele jms.).

Sageduskäivitusorgani kasutamisel peab see põhitoite võimsuslüliti viitega välja lülitama, kui põhitoitepoolel sagedus langeb etteantud väärtuseni, kuid reservtoitepoolel on sagedus normaalne.

Tehnoloogilistel vajadustel võib reservseadmete automaatlülitamiseks kasutada mitmesuguseid (rõhu, taseme jt.) eriaidureid.

3.3.37. Elektrijaamade omatarbetoite reservilülitusautomaatide skeem peab ühe väljalülitunud põhitoite reservtoitega asendamisel säilitama rakendusvõime teiste põhitoitude väljalülitamisel.

3.3.38. Reservilülitusautomaatide kasutamisel tuleb kontrollida reservtoite ülekoormuse ja elektrimootorite isekäivituse tingimusi ning juhul, kui ülekoormus on liiga suur või isekäivitus pole tagatud, siis koormust vähendada (näiteks vähemvastutusrikaste või vahel ka vastutusrikastest elektrimootoritest osa väljalülitamisega, viimaste puhul on soovitatav kasutada automaatset taaslülitust).

3.3.39. Reservi automaatlülitus ei tohi sisse lülitada sagedusblokeeringut); erijuhtudel, kui neid meetmeid pole nõude täitmiseks tuleb kasutada erimeetmeid (näiteks sagedusblokeeringut); erijuhtudel, kui neid meetmeid pole võimalik võtta, võib reservi automaatlülitamisest loobuda.

3.3.40. Kui reservilülitusautomaadi toimel on võimalik võimsuslüliti lülitamine lühise olukorras, tuleb selle lüliti kaitset kiirendada (vt. 3.3.4). Tuleb aga rakendada abinõusid, et kiirendatud kaitse ei lülitaks reservtoitelülitit välja sisselülitamise voolutõuke toimel. Sel eesmärgil tuleb elektrijaamade omatarbe reservtoitelülititel kaitset kiirendada ainult juhul, kui viide ületab 1...1,2 s; kiirendusahelas tuleb sel juhul kasutada ligikaudu 0,5-s viidet. Muudel elektriseadmetel lähtutakse viite valikul tegelikest tingimustest.

3.3.41. Kui reservilülitamisega on võimalik sünkroonkompensatoreid või -mootoreid sisse lülitada lubamatus ebasünkroonrežiimis, tuleb selle režiimi ärahoidmiseks ja ka nende masinate poolt vigastuskoha lisatoitmise võimaluse välistamiseks masinad toite kadumisel automaatselt

välja lülitada või viia nad väljakustutusautomaadi väljalülitamise teel asünkroonrežiimi. Edukale reservi automaatlülitusele peab järgnema pinge taastumisel masinate automaatne sisselülitamine või resünkroniseerimine.

Et tõkestada reservtoite sisselülitamist enne sünkroonmasinate väljalülitamist, võib reservlülitamist aeglustada. Kui see ei ole ülejäänud koormusele lubatav, võib eripõhjendusel reservilülitusautomaadi käivitusorgani toimel välja lülitada liini, mis ühendab põhitoite latte sünkroonmootoreid sisaldava koormusega.

Alajaamades, kus on sünkroonmootoreid ja -kompensaatoreid, tuleb võtta meetmeid, et vältida reservi automaatlülitamisel sagedusautomaadi liigrakendumist (vt. 3.3.79).

3.3.42. Et kaudreservi korral vältida reservtoite lülitamist lühisele, ära hoida ülekoormamist, kergendada isekäivitust ja taastada lihtsate vahenditega elektriseadme normaallülitust pärast avariilist väljalülitamist ning automaatide töötamist, on reservilülitusautomaate soovitatav kasutada koos taaslülitusautomaatidega. Reservilülitusautomaadid peavad toimima põhitoite sisevigastuste, taaslülitusautomaadid muude vigastuste korral.

Taaslülitus- ja reservilülitusautomaatide eduka toime järel peab üldjuhul automaatselt taastuma avariile eelnenud režiim (näiteks lihtsustatud ülempingeskeemiga alajaamades — reservilülitusautomaadiga sisselülitatud alampingepoole sektsioonidevaheline võimsuslülitati välja lülitada pärast toiteliini edukat taaslülitamist).

Generaatorite sisselülitamine

3.3.43. Generaatorid tuleb rööptööle lülitada kas täppissünkroniseerimisega (käsitsi, poolautomaatselt või automaatselt) või isesünkroniseerimisega (käsitsi, poolautomaatselt või automaatselt).

3.3.44. Automaat- või poolautomaattäppissünkroniseerimist tuleb normaalse režiimis põhilise rööptööle lülitamise viisina kasutada järgmistel juhtudel:

kaudjahutusega üle 3-MW turbogeneraatorid, mis töötavad otse generaatorpingelattidele, kui siirdevoolu perioodiline komponent seejuures ületab $3,5I_N$;

otsejahutusega TBB-, TBΦ-, TTB- ja TBM-tüüpi turbogeneraatorid;

üle 50-MW hüdrogeneraatorid.

Süsteemi avariirežiimides võib kõiki generaatoreid, sõltumata jahutussüsteemist ja võimsusest, lülitada rööptööle isesünkroniseerimisega.

3.3.45. Isesünkroniseerimist võib põhilise rööptööle lülitamise viisina kasutada järgmistel juhtudel:

kuni 3-MW turbogeneraatorid;

üle 3-MW kaudjahutusega turbogeneraatorid, mis töötavad otse generaatorpingelattidele, kui siirdevoolu perioodiline komponent sel sünkroniseerimisel ei ületa $3,5I_N$;

trafodega plokis töötavad kaudjahutusega turbogeneraatorid;

kuni 50-MW hüdrogeneraatorid;

omavahel elektriliselt järgalt ühendatud ning ühise võimsuslülitiga hüdrogeneraatorid, mille summaarne võimsus ei ületa 50 MW.

Neil juhtudel ei ole vaja ette näha poolautomaat- ja automaattäppissünkroniseerimist.

3.3.46. Isesünkroniseerimise kasutamisel generaatorite rööptööle lülitamise põhiviisina tuleb hüdrogeneraatoritel ette näha automaatsed isesünkroniseerimiseseadmed ja turbogeneraatoritel käsi- või poolautomaatisesünkronisaatorid.

3.3.47. Kui generaatorite rööptööle lülitamise põhiviisiks on täppissünkroniseerimine, tuleb üldjuhul paigaldada automaat- või poolautomaattäppissünkronisaatorid.

Kuni 15-MW generaatoritel võib kasutada käsitsitäppissünkroniseerimist koos ebasünkroonse lülitamise blokeerimisega.

3.3.48. Vastavalt toodud seisukohtadele tuleb kõik generaatorid varustada sünkronisaatoritega, mis on paigaldatud hüdroelektrijaamades kesk- või kohalikkude juhtpunkti, soojuselektrijaamas aga pea- või plokikilpi.

Sõltumata kasutatavast sünkroniseerimisviisist tuleb kõik generaatorid varustada täppiskäsisünkronisaatoritega, mis on blokeeritud ebasünkroonse sisselülitamise eest.

3.3.49. Kui täppissünkroniseerimisega on vaja võrku lülitada kaht või enamat hüdrogeneraatorit, mis töötavad ühe võimsuslülitiga, siis sünkroniseeritakse need enne omavahel isesünkroniseerimise ning seejärel võrguga täppissünkroniseerimise teel.

3.3.50. Elektrijaamades ja põhivõrgu transiitalajaamades, kus on nõutav üksikute süsteemiosade sünkroniseerimine, tuleb ette näha poolautomaat- või täppiskäsisünkronisaatorid.

Ergutuse, pinge ja reaktiivvoimsuse automaatreguleerimine

3.3.51. Ergutuse, pinge ja reaktiivvoimsuse automaatregulaatorid on ette nähtud

pinge hoidmiseks etteantud tasemel elektrisüsteemis ja tarbijate juures süsteemi normaaltöö korral;

reaktiivvoimsuse jaotamiseks etteantud seaduse järgi reaktiivvoimsusallikate vahel;

staatilise ja dünaamilise stabiilsuse tõstmiseks ja võnkumiste summutamiseks siirderežiimides.

3.3.52. Sünkroonmasinad (generaatorid, kompensaatorid, elektrimootorid) tuleb varustada ergutuse automaatregulaatoritega. Ergutuse automaatregulaatorid peavad vastama nende süsteemide kohta kehtestatud riiklike standardite ja tehniliste tingimuste nõuetele.

Alla 2,5-MW generaatoreil ja sünkroonkompensaatoreil, välja arvatud isoleeritult või väikese võimsusega energiasüsteemides töötavate elektrijaamade generaatorid, võib piirduda ainult ergutuse releeforsseerimiseseadmetega.

Sünkroonmootorid peavad olema varustatud ergutuse automaatregulaatoritega paragrahvide 5.3.12 ja 5.3.13 kohaselt.

3.3.53. Ergutuse automaatregulaatorite ja teiste ergutusüsteemi seadmete toide pingetrafodest ja vastavad toiteahelad peavad olema kõrgtöökindlad.

Ergutuse automaatregulaatori ühendamisel pingetrafo, mille primaalpoolel on sulavkaitsmed, tuleb

ergutuse automaatregulaatorid ja teised ergutussüsteemi seadmed ühendada pingetrafo sekundaarklemmidele sulavkaitsmete ja kaitselülititeta, kui toite kadumine võib tekitada ülekoormuse või ergutuse lubamatu languse;

releeforsseerimiseseade teostada nii, et oleks välistatud tema iserakendumine pingetrafo primaarpoole ühe sulavkaitsme läbipõlemisel.

Ergutuse automaatregulaatori ühendamisel pingetrafo-dega, mille primaarpoolel puuduvad sulavkaitsmed, tuleb

ergutuse automaatregulaatorid ja teised ergutussüsteemi seadmed ühendada trafo klemmidele kaitselülitite abil;

kasutada kaitselüliti abikontakte, vältimaks ülekoormamist või lubamatut ergutuse langemist kaitselüliti väljalülitamisel.

Ergutuse automaatregulaatoreid ja muid ergutussüsteemi seadmeid toitevatele pingetrafodele ei tohi üldjuhul ühendada teisi seadmeid ega aparate. Üksikjuhtudel võib neid seadmeid või aparate ühendada omaette kaitselülitite või sulavkaitsmete kaudu.

3.3.54. Hüdrogeneraatorite ergutuse automaatregulaatorid peavad olema teostatud nii, et korrasoleva kiirusregulaatori korral koormuse järsk vähenemine ei põhjustaks pingetõusukatse rakendumist. Vajaduse korral võib ergutuse automaatregulaatorit täiendada kiiretoimelise releemahaergutusseadmega.

3.3.55. Ergutuse releeforsseerimiseseade peab põhierguti asendamisel toimima reservergutile.

3.3.56. Ergutuse kompaundeerimiseseadmed tuleb ühendada generaatori või sünkroonkompensaatori väljavõttepoolsetele voolutrafodele (lattide poole).

3.3.57. Elektrijaamades ja alajaamades, kus kilbiruumis puudub pidev valvepersonal, otsejahutusega 15-MW või suurema võimsusega sünkroongeneraatoreil ja 15-Mvar või suurema võimsusega sünkroonkompensaatoreil peab olema ette nähtud liigkoormuse automaatpiiramine, mille viide sõltub liigkoormuse kordusest.

Kuni sõltuva viitega liigkoormuspiiramisautomaatide seeriaväljalaskeni võib kuni 200-MW (Mvar) masinatel üles seada ajaliselt sõltumatu viitega liigkoormuspiiramisautomaadid.

Liigkoormuspiiramisautomaat ei tohi takistada ergutuse forsseerimist vastavale masinale lubatava aja vältel.

3.3.58. 100-MW või võimsamatel generaatoreil ja 100-Mvar või võimsamatel kompensaatoreil on soovitatav kasutada kiiretoimelisi ergutussüsteeme koos tugevatoimeliste ergutuse automaatregulaatoritega.

Üksikjuhtudel, lähtudes elektrijaamade töötingimustest energiasüsteemis, võib kasutada muid ergutuse automaatregulaatoreid või aeglase toimega ergutussüsteeme.

3.3.59. Ergutussüsteem või ergutuse automaatregulaatorid peavad tagama ergutusvoolu stabiilse reguleerimise vähimast lubatavast kuni suurima lubatava väärtuseni. Reverseerimata ergutussüsteemiga sünkroonkompensaatoril peab ergutusvool olema reguleeritav alates rootori-voolu praktilisest nullväärtusest, reverseeritava ergutussüsteemiga kompensaatoreil aga alates vastupidise suunaga ergutusvoolu suurimast lubatavast väärtusest.

Trafodega plokis töötavil masinail peab olema võimalik kasutada pingekao volukompensatsiooni.

3.3.60. Nelja või enama agregaadiga hüdro- ja soojus- elektrijaamades tuleb 2,5-MW või võimsamad generaatorid varustada tehnoloogiliste protsesside ülejaamaliste automaatjuhtimissüsteemidega või nende puudumisel ergutuse grupireguleerimissüsteemidega.

Soojuselektrijaamade generaatorite korral on soovitatav, et need süsteemid sõltuksid jaama skeemist, režiimist ja võimsusest.

3.3.61. Jaotusalajaamade ja elektrijaamade omatarbetafod ning liinireguleeritrafod, mis on varustatud pingestmete koormuslülititega pinge hoidmiseks või ettenähtud muutmiseks, tuleb varustada ülekandeteguri automaatregulaatoriga. Vajadusel peavad viimased tagama pinge vastureguleerimise.

Alajaamad, kus on ette nähtud ülekandeteguri automaatregulaatoritega trafode (autotrafode) rööptöö, tuleb varustada tehnoloogiliste protsesside ülealajaamaliste automaatjuhtimis- või grupireguleerimissüsteemidega, mis väldiks trafodele lubamatuid ühtlustusvoole.

3.3.62. Kondensaatorseadmed tuleb varustada automaatregulaatoritega vastavalt peatükile 5.6.

Sageduse ja aktiivvõimsuse automaatreguleerimine

3.3.63. Sageduse ja aktiivvõimsuse automaatreguleerimissüsteemid on ette nähtud

normaalrežiimides sageduse hoidmiseks energiaühendustes (omavahel ühendatud süsteemides) ja isoleeritud energiasüsteemides vastavalt elektrienergia kvaliteedi riikliku standardi nõuetele;

energiaühenduste vahetusvõimsuste reguleerimiseks ja võimsusvoogude piiramiseks energiaühenduste ning energiasüsteemide kontrollitavatel välis- ja sisesidemetel;

võimsuse jaotamiseks (sealhulgas majanduslikuks jaotamiseks) juhitavate objektide vahel dispetsjuhtimise kõikidel tasanditel (NSV Liidu Ühtse Energiasüsteemi ühend-süsteemide vahel, ühendsüsteemi energiasüsteemide vahel,

energiasüsteemi elektrijaamade vahel, elektrijaama agregaatide ning plokide vahel).

3.3.64. Sageduse ja aktiivvõimsuse automaatreguleerimissüsteemid peavad juhitavates elektrijaamades (vajaliku reguleerimispiirkonna olemasolul)

hoidma sageduse keskmist kümneminutist hälvet $\pm 0,1$ Hz piirides;

piirama võimsusülekanne ja vähemalt 70% maha suruma võimsusülekanne kaheminutiste ja pikemate kõikumiste amplituudi kontrollitavates sidemetes.

3.3.65. Sageduse ja aktiivvõimsuse automaatreguleerimissüsteemi kuuluvad

sageduse, vahetusvõimsuse ja võimsusülekanne piiramise automaatreguleerimisseadmed NSV Liidu Ühtse Energiasüsteemi ja ühendsüsteemide dispetsipunktides;

kõrgemalseisvate sageduse ja aktiivvõimsuse automaatreguleerimissüsteemide juhttoimet elektrijaamade vahel jaotavad seadmed ning kontrollitavates sisesidemetes võimsusülesande piiramise seadmed energiasüsteemi dispetsipunktides;

aktiivvõimsuse juhtimisseadmed võimsuse automaatjuhtimisest osavõtvates elektrijaamades;

aktiivvõimsusülekandeandurid ja telemehaanikaseadmed.

3.3.66. Sageduse ja aktiivvõimsuse automaatregulaatorid dispetsipunktides peavad ilmsiks tooma tegeliku töörežiimi kõrvalekalded etteantuist, formeerima ja edasi andma juhttoimed alama juhtimistasemega dispetsipunktidele ning võimsuse automaatjuhtimisest osavõtvatele elektrijaamadele.

3.3.67. Elektrijaamade võimsuse juhtimisautomaadid peavad

vastu võtma ja muundama kõrgema juhtimistasandiga dispetsipunktidest saabuvad juhttoimed ning formeerima juhttoimed elektrijaama juhtimistasandil;

formeerima juhttoimed üksikutele agregaatidele (energiaplokkidele);

hoidma agregaatide (energiaplokkide) võimsuse vastavuses saabunud juhttoimetega.

3.3.68. Elektrijaama võimsuse juhtimine peab toimuma 3...6% piirides muudetava sagedusstatismiga.

3.3.69. Hüdroelektrijaamades peavad võimsuse juhtimissüsteemid sisaldama automaatseadmeid, mis tagavad agregaadil käivitamise ja seiskamise, vajaduse korral aga

ka agregaatide üleviimise sünkroonkompensaatori või -generaatori režiimi, sõltuvalt elektrijaama ja energiasüsteemi tingimustest ning töörežiimist, arvestades agregaatide töös kehtivaid piiranguid.

Hüdroelektrijaamades, mille võimsus on määratav veevoolu režiimiga, on soovitatav üles seada veevoolu järgi toimivad võimsuse automaatregulaatorid.

3.3.70. Sageduse ja aktiivvõimsuse automaatregulaatorid peavad võimaldama operatiivselt muuta häälestustunuseid juhitava elemendi töörežiimi muutumisel, olema varustatud signalisatsiooni-, blokeerimis- ja kaitseelementidega, mis väldiks nende väärtöötamist juhitava elemendi normaalrežiimi hälbimisel ja regulaatorite endi vigastuste korral, samuti neid rakendumisi, mis võiksid segada avariitõrjeautomaatide talitlust.

Soojuselektrijaamades peavad sageduse ja aktiivvõimsuse automaatregulaatorid olema varustatud elementidega, mis hoiaksid ära nende regulaatorite toimest agregaatidele (energiaplokkidele) tekitatud tehnoloogiliste parameetrite lubamatud muudatused.

3.3.71. Telemehaanikaseadmed peavad informeerima kontrollitavate süsteemisest ja süsteemivälisest sidemete võimsusülekannetest, edastama juhttoimed ja signaalid automaatregulaatoritelt juhittavatele elementidele ja andma vajaliku info kõrgemalseisvale juhtimistasandile.

Signaalide summaarne hiline mine telemehaanikaseadmetes ja sageduse ning aktiivvõimsuse automaatregulaatorites ei tohi ületada 5 s.

Stabiilsuse automaatsäilitamine

3.3.72. Energiasüsteemi stabiilsuse säilitusautomaadid tuleb sõltuvalt konkreetsetest tingimustest ette näha seal, kus see on tehniliselt ja majanduslikult otstarbekas, et säilitada dünaamilist stabiilsust ja tagada avariijärgsetes režiimides staatilise stabiilsuse normatiivset varu.

Stabiilsuse säilitusautomaate võib kasutada

a) liini lühiseta väljalülitamisel või ühefaasilise lühisega seotud vigastuste korral, kui põhikaitse ja ühefaasi-

line taaslülitusautomaat rakenduvad ning ülekanne töötab suurendatud koormusega või võrk on remontlülituses; sellise vigastuse puhul rakenduvat automaati võib kasutada ka energiasüsteemi normaalolukorras, kui tema tõrkest tingitud stabiilsuse kaotus ei põhjusta energiasüsteemi koormusest märgatava osa väljalülitamist (näiteks sagedusautomaadi rakendumise tõttu);

b) kui liin lülitub välja põhikaitse toimel faasidevahelise lühise tõttu võrgu normaal- või remontlülituse korral; ülekannete harvaesinevaid suurendatud koormusega režiime ei tarvitse arvestada;

c) võimsuslülitil tõrgetel lühise korral energiasüsteemi normaalrežiimil ja -lülitusel, kui rakendub võimsuslülitil lahutustõrkekaitse;

d) normaalrežiimis energiasüsteemi täielikult jagunemisel ebasünkroonselt töötavateks osadeks;

e) kui ühes energiahenduse osas on võimsuse tunduv avariiline puudu- või ülejääk;

f) normaal- või kiiretoimeliste taaslülitusautomaatide rakendumisel normaalrežiimis ja -lülituses.

3.3.73. Stabiilsuse säilitusautomaadid võivad

välja lülitada hüdroelektrijaama osa generaatoreid või erandjuhul ka soojuselektrijaamade generaatoreid või plokkide;

kiirelt vähendada või suurendada auruturbiinide koormust soojuseadmete võimaluste piirides (endist koormust hiljem automaatselt taastamata);

välja lülitada (erandjuhtudel) osa tarbijaid, mis kergelt taluvad lühiajalist energiakatkestust (koormuse automaatväljalülitamist);

jaotada energiasüsteemid osadeks (kui eeltoodud abinõud ei osutu piisavaks);

kiirelt ja lühiaegselt vähendada auruturbiinide koormust (mille järel endine koormus automaatselt taastatakse).

Stabiilsuse säilitusautomaadid võivad muuta mahtuvuslike piki- ja ristkompensatsiooniseadmete ning muude elektriülekandeelementide (rööpreaktorid, generaatorite automaatregulaatorid jt.) töörežiimi. Elektrijaama aktiivvõimsuse vähendamist paragrahvi 3.3.72 punktides a ja b toodud vigastuste korral on soovitatav piirata sellise mahuga ja põhiliselt nende juhtumitega, mis ei põhjusta energiasüsteemis sagedusautomaatide rakendumist ega muid ebameeldivaid tagajärgi.

3.3.74. Stabiilsuse säilitusautomaatide juhttoimete määr

(näiteks väljalülitatavate generaatorite võimsus või turbiinide koormuse vähendamise ulatus) peab vastama stabiilsust häiriva toime suurusel (näiteks ülekantava võimsuse järsk vähenemine ja selle kestus lühise tekkimisel) või automaatselt fikseeritavale siirdeprotsessile, või ka automaatselt või erandjuhtudel käsitsi fikseeritava lähterežiimi raskusele.

Asünkroonrežiimi automaatkatkestamine

3.3.75. Asünkroonrežiimi tekkimisel tuleb see katkestada põhiliselt automaatide abil, mis eristavad asünkroonrežiimi sünkroonsetest võnkumistest, lühistest või teistest ebanormaalsest töörežiimidest.

Võimaluse korral peavad need automaadid kergendama resünkroniseerimistingimusi, näiteks

turbiinide kiire koormamisega või tarbijate osalise väljalülitamisega (energiasüsteemi selles osas, kus tekkis võimsuse puudujääk);

genereeriva võimsuse vähendamisega, toimides turbiinide kiirusregulaatoritele või lülitades osa generaatoreid välja (energiasüsteemi osas, kus tekkis võimsuse ülejääk).

Kui ülaltoodud abinõudega ei saavutata resünkroniseerimist pärast etteantud pendeldustsükli läbimist või kui asünkroonrežiim kestab etteantust kauem, kasutatakse pärast asünkroonrežiimi tekkimist energiasüsteemi automaatset jaotamist etteantud punktides.

Kui asünkroonrežiim ei ole lubatav või kui resünkroniseerimine on ohtlik või väheefektiivne, tuleb asünkroonrežiim katkestada kiire ositamisega vähima aja vältel, mille puhul säilib stabiilsus teiste sidemete kaudu ja automaatide selektiivne toime.

Sageduse languse automaatpiiramine

3.3.76. Sageduse langust tuleb automaatselt piirata sellise arvestusega, et mis tahes võimalikul võimsuse puudujäägil energiaühenduses, -süsteemis või -sõlmes oleks täielikult välistatud sageduse langemine alla 45 Hz, töötamise kestus alla 47-Hz sagedusel ei ületaks 20 s ja alla 48,5-Hz sagedusel 60 s.

3.3.77. Sageduse languse automaatpiiramissüsteem lülitab sageduse järgi automaatselt töösse reservi; vähendab sageduse järgi automaatselt koormust; vähendab täiendavalt koormust (toimub koormuse lisavähendamine);

sageduse taastumisel lülitab väljalülitatud tarbijate toite sisse (sagedusjärgne automaatne taaslülitamine); eraldab tasakaalustatud koormusega elektrijaamad või generaatorid, samuti generaatorid omatarbetoite jaoks.

3.3.78. Sageduse langemisel tuleb reserv automaatselt sisse lülitada eelkõige selleks, et vähendada väljalülitamiste ulatust või tarbijate toitekatkestuse kestust; selleks võetakse kasutusele soojuselektrijaamades sisselülitatud reserv;

käivitatakse automaatselt reservis olevad hüdrogeneraatorid;

viiakse sünkroonkompensaatorirežiimis töötavad hüdrogeneraatorid automaatselt aktiivsesse generaatorirežiimi; käivitatakse automaatselt gaasiturbiingeneraatorid.

3.3.79. Koormuse sagedusjärgne automaatvähendamine näeb ette tarbijate väljalülitamise väikeste osadena, kui sagedus langeb või madalal sagedusel töötamise kestus suureneb.

Sagedusautomaadid tuleb reeglina paigaldada energiasüsteemi alajaamadesse. Energiasüsteemi kontrolli all võib neid üles seada ka otse tarbijate juurde.

Koormuse väljalülitamise maht määratakse sõltuvalt võimsuse puudujäägist; väljalülitamise järjekord valitakse nii, et vähendada elektrivarustuse katkemisel tekkivat kahju, eriti tuleb kasutada suuremat sagedusautomaatide ja -astmete hulka ning vastutusrikkamad tarbijad tuleb ühendada rakendumise tõenäosuse järgi kaugematele astmetele.

Sagedusautomaatide talitus peab olema kooskõlastatud taaslülitusautomaatide ja reservilülitusautomaatide talitlusega. Koormuse sagedusliku automaatvähendamise maht ei tohi väheneda reservilülitusautomaatide toime või personali tegevuse tagajärjel.

3.3.80. Lisaseadmeid koormuse vähendamiseks tuleb kasutada neis energiasüsteemides või süsteemi osades, kus on võimalikud eriti suured võimsuse kohalikud puudujäägid, mille puhul sagedusautomaadi toime ei osutu piisavalt tõhusaks koormuse vähendamise mahu ega kiiruse seisukohast.

Koormuse lisavähendamise vajadus, selle maht ja rakendustingimused (toiteelementide väljalülitumine, aktiivvõimsuse järsk muutus jne.) määratakse energiasüsteemi poolt.

3.3.81. Sagedusjärgse taaslülitamise automaate kasutatakse väljalülitatud tarbijate toitekatkestuse kestuse vähendamiseks sageduse taastumise tingimusi genereeriva võimsusreservi tegevusse rakendamise, väljalülitatud elektrilekande resünkroniseerimise või sünkroniseerimise teel.

Sagedusjärgse taaslülitusautomaatide paigutamisel ja koormuse jaotamisel astmete vahel tuleb arvestada tarbijate vastutusrikkust, nende koormuse sagedusjärgse automaatvähendamise tõenäosust, elektritoite mitteautomaatse taastumise keerukust ja kestust (lähtudes elementide väljakujunenud teeninduskorrast). Üldjuhul on sagedusjärgse taaslülitamise automaadi poolt koormuse sisselülitamise järjekord vastupidine sagedusautomaatidele kehtestatud järjekorrale.

3.3.82. Tasakaalustatud koormusega elektriijaamade või generaatorite eraldamist süsteemist, samuti generaatorite eraldamist omatarbetoite jaoks rakendatakse

- elektriijaamade omatarbe tööhoidmiseks;
- elektriijaamade täieliku seismajäämise tõkestamiseks sagedusautomaatide tõrke või nende mitteüllaldase tõhususe korral vastavalt paragrahvidele **3.3.79** ja **3.3.81**;
- eriti vastutusrikkaste tarbijate toite tagamiseks;
- koormuse lisavähendamise asemel, kui see ei ole tehniliselt ja majanduslikult otstarbekas.

3.3.83. Koormuse lisavähendamise vajalikkus, sagedusautomaadist väljalülitatava ja sagedusjärgse taaslülitamise automaadist sisselülitatava koormuse ulatus, aja-, sagedus- ja muude kontrollitavate parameetrite sätted

tuleb sageduse languse piiramise seadmetele määrata vastavalt tehnilise eksploatatsiooni eeskirjade ja muude juhendmaterjalide nõuetele.

Sageduse tõusu automaatpiiramine

3.3.84. Sageduse lubamatu tõusu ärahoidmiseks koormuse järsul vähenemisel suurte hüdroelektriijaamadega rööptöös olevates soojuselektriijaamades tuleb kasutada automaate, mis rakenduvad sageduse tõusul üle 52...53 Hz.

Need automaadid peavad esmalt välja lülitama osa hüdroelektriijaama generaatoreid. Võib kasutada ka automaate, mis eraldavad soojuselektriijaama ja tema võimsusele vastava koormuse hüdroelektriijaamast.

Ainult hüdroelektriijaamu sisaldavates energiasüsteemi sõlmedes tuleb lisaks ette näha automaadid, mis osa generaatorite väljalülitamisega piiravad sageduse tõusu üle 60 Hz, et tagada mootorite normaalset tööd. Ainult soojuselektriijaamadega sõlmedes tuleb paigaldada automaadid, mis piiravad sageduse kestva tõusu üle väärtuse, mille juures energiaploki koormus väljuks nende reguleerimispiirkonnast.

Pinge vähenemise automaatpiiramine

3.3.85. Pinge vähenemist piiravad automaadid tuleb ette näha koormuse stabiilsuse rikkumise ja pingelaviini ärahoidmiseks energiasüsteemi töötamisel pärast avariid.

Need automaadid võivad lisaks pinge väärtusele kontrollida teisi parameetreid, kaasa arvatud pinge tuletis; nad forsseerivad sünkroonmasinate ergutust või kompensatsiooniseadmeid, lülitavad välja reaktoreid või erandina ka tarbijaid, kui see on põhjendatud ja võrgus rakendatavad abinõud ei osutu küllaldaseks.

Pinge tõusu automaatpiiramine

3.3.86. Liini faaside ühepoolsest väljalülitamisest tingitud pinge tõusu kestva mõju piiramiseks elektriliinide, -jaamade ja alajaamade kõrgepingeaparatuurile tuleb kasutada automaate, mis rakenduvad pinge tõusul üle 110...130% nimipingest ning vajaduse korral kontrollivad reaktiivvõimsuse suurust ja suunda ülekandeliinides.

Need automaadid peavad esmajärjekorras sisse lülitama rööpreaktorid (kui need on üles seadud alajaamades ja elektrijaamades, kus see pinge tõus fikseeriti) viitega, mis arvestab liigpinge lubatud kestust ja väldib rakendumist kommutatsioonilistest ja atmosfäärilistest ülepingtonest ning võnkumistest. Kui elektrijaamas või alajaamas puuduvad lülitite kaudu ühendatud rööpreaktorid või kui reaktorite sisselülitamine ei kutsu esile pinge vajalikku vähenemist, peavad automaadid välja lülitama liini, mis kutsus esile pinge tõusu.

Seadmete liigkoormuse automaatvältimine

3.3.87. Seadmete liigkoormuse vältimise automaadid on ette nähtud selleks, et piirata liinides, trafodes ja pikikom-pensatsiooniseadmetes voolu, mis ületab suurima kestvalt lubatava väärtuse ja on lubatav alla 10...20 minuti kestel.

Mainitud automaadid peavad vähendama elektrijaamade koormust, võivad lülitada välja tarbijaid või jaotada süsteemi ning viimase astmena välja lülitada liigkoormatud seadmed. Seejuures tuleb rakendada meetmeid stabiilsuse säilitamiseks ja muude ebasoovitavate tagajärgede vältimiseks.

Telemehaanika

3.3.88. Telemehaanika (kaugjuhtimise, -signalisatsiooni, -mõõtmise ja -reguleerimise) vahendeid tuleb kasutada territoriaalselt hajutatud, kuid ühtse režiimiga seotud energiaseadmete dispetsjuhtimiseks ja -kontrollimiseks. Telemehaanikaseadmete kasutamise kohustuslikuks tingimuseks on tehnilis-majanduslik otstarbekus (dispetsjuhtimise tõhususe kasv, s. t. režiimide ja tootmisprotsesside parandamine, avariide ja rikete kõrvaldamise kiirendamine, elektriseadmete ökonoomsuse ja töökindluse kasv, toodetava energia kvaliteedi tõus, ekspuateriiva personali arvu vähenemine ning alalisest valvepersonalist loobumine, tootmispidade vähenemine jne.).

Telemehaanikaseadmeid võib samuti kasutada sageduse ja aktiivvõimsuse automaatreguleerimissüsteemi, avariitõrjeautomaatide ning teiste reguleerimis- ja juhtimissüsteemide signaalide ülekandeks.

3.3.89. Elektriseadmete telemehhaniseerimise ulatus tuleb koos automatiseerimisega kindlaks määrata haru- või ametkondlike eeskirjadega. Telemehhaniseerimisvahendeid tuleb esmajoones kasutada info kogumiseks töörežiimide, põhiliste kommutatsiooniparaatide asendi, avariirežiimide ja seisundite muudatuste kohta, ümberlülituste (plaani-liste, remondi-, operatiiv-) kohta antud korralduste täitmise kontrollimiseks või ekspuateriivpersonalit abil režiimi juhtimiseks.

Alalise valveta elektriseadmete telemehhaniseerimise mahtude määramisel peab esmajoones kaaluma lihtsaima kaugsignalisatsiooni (kahe või enama signaaliga hoiatava avariisignalisatsiooni) kasutamise võimalust.

3.3.90. Kaugjuhtimine tuleb ette näha vajalikus mahus, et ühtseit lahendada keerukates võrkudes töötavate elektriseadmete töökindlate ja majanduslikult kasulike töörežiimide kindlaksmääramise ülesanded, kui neid ei saa lahendada automaatikavahenditega.

Kaugjuhtimist tuleb kasutada alalise valvepersonalita objektidel, kuid võib rakendada ka alalise valvepersonaliga objektidel sagedase ja tõhusa kasutamise korral.

Kaugjuhtimisoperatsioonid elektriseadmetel ning kaitse- ja automaatikaseadmete talitlused ei tohi nõuda täiendavaid operatiivseid ümberlülitamisi kohapeal (operatiivpersonalit väljasõiduga või väljakutsega).

Ligilähedalt võrdsete kulutuste ja tehnilis-majanduslike näitajate korral tuleb automatiseerimist eelistada kaugjuhtimisele.

3.3.91. Kaugsignalisatsioon tuleb ette näha, et kajastada dispetšipunktides, dispetšeri otsesel juhtimisel või teadmisel olevate ning süsteemi töörežiimile olulist tähtsust omavate elektriseadmete põhiliste lülitusaparatuuride asendit ja seisundit;

sisestada infot raalidesse või infotöötlusseadmesse; edasi anda avarii- ja hoiatussignaale.

Mitme dispetšipunkti operatiivsel juhtimisel olevate elektriseadmete kaugsignalisatsioon tuleb üldjuhul edastada retransleerimise või vaheltvõtu teel alamalseisvast dispetšipunktiist kõrgemalseisvasse. Infoedastussüsteemis võib üldjuhul kasutada ainult üht retransleerimise astet.

Elektriseadmete asendi või seisundi kaugsignalisatsiooni andurina tuleb üldjuhul kasutada üht abikontakti või kodusrelee kontakti.

3.3.92. Kaugmõõtmistel tuleb edastada põhilisi või üksikute elektriseadmete töörežiime iseloomustavaid parameetreid, mis on vajalikud kogu energiavarustussüsteemi kui terviku optimaalsete režiimide kontrollimiseks ja määramiseks ning võimalike avariiprotsesside ärahoidmiseks ja kõrvaldamiseks.

Tähtsamate ja edasiseks retranslatsiooniks, summeerimiseks või registreerimiseks vajalike parameetrite kaugmõõtmised peavad üldjuhul olema pidevad.

Kaugmõõtmiste kõrgemalseisvatesse dispetšipunktidesse edastamise süsteemis ei tohi kasutada enam kui üht retranslatsiooniaset.

Pidevat kontrolli mittenõudvaid parameetreid tuleb kaugmõõta periooditi või väljakutsega.

Kaugmõõtmise korral tuleb arvestada parameetrite kohaliku lugemi vajadust kontrollitavates punktides. Mõõtemuundurid (kaugmõõtmise andurid), mis annavad kohapealse näidu, tuleb üldjuhul seada kilbiriistade asemele, kui seejuures säilib mõõtmiste täpsusklass (vt. peatükki 1.6).

3.3.93. Kaugreguleerimiseks kasutatavate elektriseadmete telemehhaniseerimise ulatus, neile telemehaanikaseadmetele ja sidekanalitele (kaugülekande traktile) esitavad nõuded määratakse täpsuse, töökindluse ja info hilinemise osas kindlaks ühendatud energiasüsteemide sageduse ja võimsuse automaatreguleerimise projektiga. Sage-

duse ja võimsuse automaatreguleerimissüsteemile vajalikke parameetreid tuleb kaugmõõta pidevalt.

Võimsuse mõõtmise ja kaugreguleerimise signaalide põhielektriijaamadele või reguleeritavate jaamade gruppide edastamise kaugülekande trassil peab üldjuhul olema dubleeriv telemehaanikakanal, mis koosneb kahest sõltumatust kanalist.

Telemehaanikaseadmed peavad sisaldama kaitseid, mis avaldavad automaatreguleerimissüsteemile toimet mitmesuguste telemehaanikaseadmete ja -kanalite rikete korral.

3.3.94. Elektri-, gaasi-, vee-, soojusvarustus- ja tänavavalgustussüsteemide ning tootmisprotsesside kontrollimise ja juhtimise telemehhaniseerimisel (eriti telemehaanikakanalite ja dispetšipunktide ehitamisel) tuleb igal üksikjuhul kaaluda nende ühise lahendamise otstarbekust.

3.3.95. Suurtes alajaamades ja paljude generaatoritega elektriijaamades, kus masinasaali, ülempingejaotla ja teiste elektriijaama rajatiste ning keskjuhtpunkti vahel on märgatavad vahemaad, tuleb tehnilise otstarbekuse korral kasutada objektsiseseid telemehhaniseerimisvahendeid. Objektisestest telemehhaniseerimisvahendite hulk tuleb tööprojekteerimisel valida vastavalt elektriijaama tehnoloogilise juhtimise nõuetele ja tehnilis-majanduslikele näitajatele.

3.3.96. Kui ühes dispetšipunktis kasutatakse erisuguseid telemehaanikasüsteeme, peavad dispetšeri poolt sooritatavad toimingud üldjuhul olema ühesugused.

3.3.97. Telemehaanikaseadmete kasutamisel peab ette nägema väljalülitamise võimaluse kohapeal

kõikides kaugjuhtimise ja -signalisatsiooni ahelates üheaegselt seadiste abil, mis üldjuhul tekitavad ahelas nähtava katkestuse;

iga objekti kaugjuhtimise ja -signalisatsiooni ahelates eriklemmidega, pistikplokkidega või teiste seadistega, mis kujundavad ahelas nähtava katkestuse.

3.3.98. Telemehaanikaseadmete välissidemed tuleb teha vastavalt peatüki 3.4 nõuetele.

3.3.99. Mõõtemuundurid (kaugmõõtmise andurid), mis kuuluvad paiksete mõõteriistade hulka, tuleb üles seada peatüki 1.6 kohaselt.

3.3.100. Telemehaanikakanalitena võib kasutada muuks otstarbeks kasutatavaid või iseseisvaid traatkanaleid (tihendatud või tihendamata kaabel- või õhuliinid), kõrgsageduskanaleid ülekanaliinidel ja jaotusvõrgus, raadio- ja raadiorelee-sidekanaleid.

Telemehaanikakanalite loomise viis (kas kasutada ole-masolevaid või luua iseseisvaid kanaleid) ja reserveerimise vajadus tuleb määrata tehnilis-majanduslikust otstarbeku-sest ja nõutavast töökindlusest lähtudes.

3.3.101. Telemehaanikaaparatuuri ja -sidekanalite otstar-bekaks kasutamiseks ning info edastamise vajaliku töö-kindluse ja tõenäosuse saavutamiseks võib

mõõta mitme samapingelise rööpliini summaarset võim-sust;

väljakutsega kaugmõõtmistel kontrollpunktis kasutada samaliigilisteks mõõtmisteks ühiseid seadmeid, dispetši-punktis aga ühiseid mõõteriistu eri kontrollpunktidest saa-buvate mõõteandmete jaoks; seejuures tuleb vältida mõõt-miste üheaegset edastamist või vastuvõtmist;

kaugmõõtmiste mahu vähendamiseks kaaluda võimalust nende asendamiseks kontrollitavate suuruste piirväärtuste kaugsignalisatsiooniga või etteantud normist kõrvalekal-lete signalisatsiooni- ja registreerimisseadmetega;

kasutada pidevate kaugmõõtmiste ja kaugsignalisatsi-ooni üheaegseks edastamiseks kompleksseid telemehaa-nikaseadmeid;

kasutada mitme dispetšipunkti jaoks üht telemehaanika-saatjat, samuti üht dispetšipunkti telemehaanikaseadet mit-me kontrollpunkti kohta, eriti linna- ja maajaotusvõrkudes info kogumiseks;

retransleerida veolajaamade kaugsignalisatsiooni ja -mõõtmisi raudtee dispetšipunktidest elektrivõrgu dispetši-punkti.

3.3.102. Telemehaanikaseadmete toide (nii põhi- kui re-servtoide) dispetši- ja kontrollitavates punktides tuleb lahendada koos telemehaanika- ja sidekanalite aparatuuri toitega.

Telemehaanikaseadmete reservtoide kontrollitavates punktides, kus operatiivahelaid toidetakse vahelduvpin-gega, tuleb ette näha juhul, kui on olemas reservallikad (näiteks teised lattide sektsioonid, reservsisestused, side-kanaliseadiste akupatareid, sisestuste pingetrafod, pinge-võtt sidekondensaatorilt vms.). Kui reservtoiteallikaid teist-tele eesmärkidel ette ei ole nähtud, ei tarvitse nendega üld-juhul varustada ka telemehaanikaseadmeid. Telemehaa-nikaseadmete reservtoide kontrollitavates punktides, kus on operatiivtoite akupatareid, tuleb luua muundurite abil.

Ohendatud energiasüsteemide ja elektrivõrgu ettevõtete dispetšipunktidesse paigaldatud telemehaanikaseadmete

reservtoide tuleb võtta sõltumatutelt allikatelt (näiteks akupatareilt alalisvoolu muundamisega vahelduvvooluks või sisepõlemismootor-generaatorilt) koos telemehaanika ja sidekanalite seadiste reservtoitega.

Põhitoite väljalülitamisel peab üleminek reservtoitele toimuma automaatselt. Tööstusettevõtete dispetšipunktide toite reserveerimise vajaduse määramisel tuleb lähtuda energiavarustuse töökindluse nõuetest.

3.3.103. Kogu telemehaanikaaparatuur ja kõik -paneelid peavad olema tähistatud ning üles seatud ekspluatatsioo-niks mugavatesse kohtadesse.

Peatükk 4.3

MUUNDUSALAJAAMAD JA SEADMED

Kehtivuspiirkond, määratlused

4.3.1. EEE käesoleva peatüki nõuded kehtivad tööstus-tarbijate toiteks ettenähtud muundusalajaamade ja -sead-mete kohta, mis sisaldavad 100-kW või suurema ühikvõim-susega paikseid pooljuhtmuundusagregaate.

Eeskirjad ei kehti elektriraudtee veolajaamade ega eri-muundusseadmete, näiteks gaasipuhastusseadmete ega laborite kohta.

4.3.2. Muundusalajaamad ja -seadmed peavad vastama EEE teiste peatükkide nõuetele sel määral, kuivõrd neid ei ole muudetud käesolevate eeskirjadega.

4.3.3. *Muundusagregaadiks* (*преобразовательный агрегат*) nimetatakse seadmete kogumit, mis koosneb ühest või mitmest pooljuhtmuundurist, trafost ja agregaadid käivitamiseks ning töötamiseks vajalikest riistadest ja seadistest.

Pooljuhtmuunduriks (*полупроводниковый преобразова-тель*) nimetatakse raamidele või kappidesse paigaldatud pooljuhtventiilide komplekti koos õhk- ja vesijahutussüs-teemiga ja muunduri käivitamiseks ning lõõtamiseks vaja-like riistade ja seadistega.

4.3.4. Muundusagregaadi üksikute elementide pinge-klass, millest olenevalt määratakse kaugused pingestatud osade vahel ja nende osade ning maa või piirete vahel,

lähikäikude laius, uste blokeeringuvajadus, tehakse kindlaks järgmiselt:

1) trafodel, autotrafodel ja drosselitel — vahelduvpinge suurima efektiivväärtuse järgi vahelduvpingepoole mis tahes kahe klemmi või klemmi ja maandatud osa vahel;

2) pooljuhtmuundureil — vahelduvpinge suurima efektiivväärtuse järgi vahelduvpingepoole mis tahes kahe klemmi vahel.

Ohisesse keresse paigaldatud muundurist, trafost, drosselist jms. koosneva komplektseadme pingeklass määratakse kindlaks punktides 1 ja 2 näidatud suurimate pingete järgi.

Üldnõuded

4.3.5. Tööstustarbijate toitmiseks määratud muundusalajaamades ja -seadmetes tuleb kasutada pooljuhtmuundureid.

4.3.6. Muundusalajaamades ja -seadmetes tuleb piirata alajaama (-seadme) mõju toitevõrgu elektrienergia kvaliteedile vastavalt GOCT 13109-67 [3.9] nõudeile;

alajaama (-seadme) tekitatud raadiohäireid tööstuslike raadiohäirete üleliiduliste normidega määratud tasemeni.

4.3.7. Muundusalajaamades ja -seadmetes tuleb üles seada reaktiivvõimsuse kompenseerimise seadmed tehnilis-majanduslike arvutustega määratud mahus.

4.3.8. Muundusalajaamade ja -seadmete omatarbetoite reserveerimisaste peab vastama muundusagregaatide toite reserveerimisastmele.

4.3.9. Muundusalajaamadel ja -seadmetel peab olema töötingimusi rahuldav telefonside, tuletõrje- ja muu signaalsatsioon.

4.3.10. Muundusalajaamadel ja -seadmetel peavad olema seadised elektriseadmete lähipuhumiseks kuiva tolmu- ja õlivaba suruõhuga rõhul mitte üle $2 \cdot 10^5$ Pa, mis saadakse teisaldatavast kompressorist, suruõhuvõrgust või tööstuslikust teisaldatavast tolmuimejast.

4.3.11. Muundurite ja teiste seadmete paigaldamiseks, lahtivõtmiseks ja kokkupanemiseks tuleb üldjuhul ette näha paiksed või teisaldatavad inventaarsed tõste- ja transpordiseadmed.

4.3.12. Muundusalajaamadel ja -seadmetel peavad olema

toitepunktid kantavate elektrikäsitööriistade, ruumikoris-tusmasinate ja kandevalgustite jaoks. Kandevalgustite pinge ei tohi olla üle 42 V.

Muundusagregaatide kaitse

4.3.13. Muundusagregaaadi trafol peavad sõltuvalt tüüp-võimsusest ja primaarpingest olema järgmised kaitsesead-med.

1. Hetkväljalülitustoimega maksimaalvoolukaitse faasid- vaheliste lühiste eest trafomähistes, klemmidel ning võimaluse korral ka lühiste eest muundurist.

Kaitse ei tohi rakendada koormamata trafo sisselülitami- sel tekkivatest magneetimisvoolutõugetest ega võimalikest koormusvoolutõugetest; kaitse peab üldjuhul olema selek- tiivne pooljuhtmuundurite kaitsmete ja alaldatud pinge poolsete kaitselülitite suhtes.

Kaitse peab rakenduma trafo sekundaarpinge kõigil ette- nähtud väärtustel ülekande teguri kõigi võimalike väärtuste juures.

Üle 1000-V primaarpingega seadmetel peab maksimaal- voolukaitse olema üldjuhul kahefaasiline ja kolme releega (vabastiga).

Kuni 1000-V primaarpingega seadmetel peab trafo kait- seks olema kaitselüliti, millel on maksimaalvooluvabastid kahes faasis, kui primaarpingevõrk on isoleeritud neutraa- liga, või kolmes faasis, kui võrgu neutraal on maandatud.

2. Gaaskaitse trafo sisevigastuste ja õlitaseme languse eest.

Gaaskaitse tuleb paigaldada trafodele alates 1000-kV·A võimsusest, tsehhisestest muundusalajaamade või -sead- metel trafodele aga alates 400-kV·A võimsusest. Gaasi nõrga eraldumise või õlitaseme languse korral peab gaas- kaitse andma signaali, gaasi intensiivsel eraldumisel aga trafo välja lülitama.

Sõltuvalt personali olemasolust või selle kohalesaabu- mise kiirusest pärast signaali ja sõltuvalt gaasirelee ehitu- sest võib kaitse õlitaseme edasise languse puhul trafo välja lülitada. Kaitseks õlitaseme languse eest võib trafo paisu- paaki paigaldada eraldi õlitasemerelee.

3. Signaaltoimega kaitse hermeetiliste trafode rõhu tõusu

eest (rõhurelee) kuni 630-kV-A trafodel ja lahutustoimega kaitse üle 630-kV-A trafodel.

4. Liigpingekaitse trafo sekundaarpoolel alates 600-V alaldatud pingest.

5. Trafo alampingepoole neutraali või faasi paigaldatud läbilöökkaitse, kui sekundaarpinge on kuni 1000 V.

Lahutustoimega kaitseseadmed peavad välja lülitama trafo primaarpingepoole lüliti ja vajaduse korral ka muundusagregaadi alaldatud voolu poolse kaitselüliti.

4.3.14. Olenevalt võimsusest, alaldatud pinge väärtusest, muunduri tüübist, otstarbest ja töörežiimist peab pooljuhtmuunduril lisaks paragrahvis 4.3.13 näidatuile olema veel järgmised kaitsed.

1. Kiiretoimelised kaitsmed igas paralleelharus üksikute või mitmete järjestikku ühendatud ventiilide kaitseks. Kahe või mitme kaitsme läbipõlemise järel peab muundusagregaat automaatselt välja lülituma. Tuleb ette näha signaalsatsioon, mis reageerib kaitsmete läbipõlemisele.

2. Kiiretoimeline polariseerimata kaitselüliti alaldatud pinge ühel poolusel kaitseks poolustevaheliste lühiste eest muunduri järel ja kaitseks vaheldi (inverteri) väärtuste eest reversiivseis muundusagregaatides nende töötamisel muundur-tarbija plokklülitustes.

Muunduri kaitseks vajalike kaitselülite arv määratakse peale selle kindlaks veel muunduri ja tarbija jõuahelate lülitusskeemiga.

3. Kaitse juhtimpulsside kadumise või nende nihke eest türistormuunduri reguleerimisnurga suurenemise suunas, et ära hoida liigvoolusid.

4. Ühe pooluse kiiretoimeline polariseerimata kaitselüliti ühe või mitme paralleelse pooljuhtmuunduri töötamisel ühiste kogumislattidele.

5. Kaitse sise- ja välisliigpingete eest.

4.3.15. Muundusagregaadil peavad olema kaitse-, kontrolli- ja signaalsatsiooniseadised, mis toimivad järgmiste ebanormaalsete töörežiimide puhul:

1) trafoõli või mittepõleva vedeliku lubamatu kuumenemine;

2) muunduri jahutusvee lubamatu kuumenemine;

3) kaitsme läbipõlemine pooljuhtventiili jõuahelas;

4) õhk- või vesijahutuse lakkamine;

5) muundusagregaadi kestev liigkoormus;

6) juhtimpulsside puudumine;

7) seadme isolatsiooni vigastumine (isolatsiooninivoo langemine);

8) muundusagregaadi teiste omatarbeseadmete töö häired, mis takistavad agregaaadi normaalset tööd.

4.3.16. Kui muundusalajaamal (-seadmel) on valvepersonal või kui selle tööd kontrollib dispetšer, peavad 4.3.15 punktides 1...5, 7 ja 8 näidatud kaitsed andma signaali; alapunktis 6 näidatud kaitse peab lülitama muundusagregaadi välja.

Juhul kui muundusalajaamal (-seadmel) valvepersonal ei ole või kui signaale dispetšipunkti üle ei kanta, peavad paragrahvis 4.3.15 toodud kaitsed lülitama muundusagregaadi välja.

Üksikjuhtudel, olenevalt kohalikest tingimustest, võivad 4.3.15 punktis 1 näidatud kaitseseadmed olla signaaltoimega.

Seadmete paigutus, kaitseabinõud

4.3.17. Trafo, reguleerimisautotrafo, ühtlustusreaktorid, anoodjagurid ja filterreaktorid, mis kuuluvad ühe muundusagregaadi juurde, võivad paikneda ühises kambris.

Oliiväidistega seadmed tuleb paigaldada vastavalt ptk. 5.1 nõuetele. Komplektmuundusalajaamade ja -seadmete kohta kehtivad veel paragrahvide 4.2.111 ja 4.2.112 nõuded.

4.3.18. Pooljuhtmuundurid võib paigaldada kokku teiste elektri- või tootmisruumide seadmetega, kui seda ei takista keskkonnatingimused (tugev magnetväli, kuumus, niiskus, tolmu jms.).

4.3.19. Tootmisruumides olevad pooljuhtmuundurid tuleb paigutada kappidesse.

4.3.20. Üle 1000-V alaldatud pingega muundurite kapiustel peavad sõltumata kappide paigalduskohast (kas elektri- või tootmisruumis) olema blokeeringud, mis lülitavad muunduri välja nii vahelduv- kui alalispingepoolelt ega lase teda sisse lülitada, kui ukсед on avatud.

Väljaspool elektriruumi paiknevate muundurikappide ukсед peavad olema suletud siselukkudega, mis on vaid erivõtmetega avatavad.

4.3.21. Lahtised, sh. puuteulatuses olevate pingestatud osadega pooljuhtmuundurid tuleb paigaldada elektriruumidesse. Üle 1000-V pingega muundurid tuleb tõkestada

vähemalt 1,9 m kõrguste laus- või võrkpiiretega. Piirdevõrgu silmade suurus ei tohi olla üle 25×25 mm. Piirete ustel peab olema blokeering, mis kohe uste avamisel lülitab muunduri välja nii vahelduv- kui alalispingepoolelt.

4.3.22. Kuni 1000-V lahtisi muundureid võib paigaldada järgmistel tingimustel.

1. Maast isoleeritud pōrandaosadele paigaldamisel peab pōrand muunduri all ja 1,5 m kaugusel muunduri projektsoonist olema kaetud isoleerkihiga. Isoleerkihil peab olema küllaldane mehaaniline tugevus ja see peab olema arvestatud kümnekordsele alaldatud pingele. Seinad ja maandatud esemed, mille rõhtkaugus muunduri projektsoonist on alla 1,5 m, tuleb katta samasuguse isoleerkihiga 1,9 m kõrguselt või tõkestada maast isoleeritud piiretega.

Muundur tuleb piirestada isoleermaterjalist käsipuude või kõiega, mis kinnitatakse isoleeritud tugipostidele. Lābikāigu puhas laius muunduri ja maast isoleeritud piirde, seinte või muude esemete vahel peab olema vähemalt 1 m.

2. Isoleerimata pōrandale paigaldamise korral peavad muunduritel olema individuaalsed vähemalt 1,9 m kõrgused laus- või võrkpiirded. Piirete ustel peab olema blokeering analoogiliselt kapiustele paragrahvis **4.3.20** või siis peavad need olema lukustatavad. Viimasel juhul peab piirdeuste kohal või seinal olema näitur, mis signaliseerib muunduri väljalülitamisest nii vahelduv- kui alalispingepoolelt.

Muunduri kerel olevad mōōteriistad tuleb paigutada nii, et personal saaks jälgida nende näite ilma piirde taha minemata.

4.3.23. Mitu ühe agregadi juurde kuuluvat muundurit võib tõkestada ühe üldise piirdega.

4.3.24. Kuni 1000-V lahtiste muundurite paigutamisel elektriruumide isoleerimata pōrandale tuleb kinni pidada järgmistest vähimatest rõhtkaugustest:

1) muunduri pingestatud osadest maandatud piireteni, seinteni jms. esemeteni muunduri küljel, kus seda ei ole vaja teenindada — 50 mm;

2) ühe muunduri pingestatud osadest kuni teise muunduri maandatud osadeni, maandatud piireteni, seinteni vms. esemeteni muunduri teeninduspoolisel küljel — 1500 mm;

3) eri muundurite maandatud osade vahel või muunduri

maandatud osadest maandatud piireteni, seinteni jms. esemeteni muunduri teenindusküljel — 800 mm;

4) eri muundurite pingestatud osade vahel nende teeninduspoolisel küljel — 2000 mm.

Punktides 2...4 näidatud kauguste määramisel on lähtutud tingimusest, et teeninduspersonal saaks minna piirete sisse muundurit pingest vabastamata.

Üle 1000-V lahtiste muundurite elektriruumidesse paigaldamisel tuleb kinni pidada järgmistest vähimatest rõhtkaugustest:

muunduri pingestatud osadest piireteni, seinteni vms. esemeteni küljel, kus muundurit ei ole vaja teenindada: pingel 3 kV — 165 mm; 6 kV — 190 mm; 10 kV — 220 mm;

eri muundurite maandatud osade vahel või muunduri maandatud osadest piireteni, seinteni vms. esemeteni teeninduspoolisel küljel — 800 mm; see kaugus on ette nähtud väljalülitatud pingega muunduri teenindamiseks.

4.3.25. Seadmetes, kus mitu alaldit töötavad ühe agregadina ja kus osa neist võib töötada ka siis, kui ülejäänud on välja lülitatud, tuleb seadme eri elementide kõik elektrilised ühendused teostada selliselt, et iga alaldit oleks võimalik nii alalis- kui vahelduvpingepoolelt välja lülitada.

4.3.26. Muundusagregaatide elektriseadmekappide paigutamisel ühte ritta peab kappide uste või eemaldatavate seinte poolsele küljele jääma vähemalt 1 m laiune läbikäik; see laius võib väheneda kuni 0,6 meetrini, kui kapiuksed on avatud 90° ulatuses.

Kappide kaherealisel paiknemisel peab kapidade vahel olema vähemalt 1,2 m laiune teeninduskäik; juhul kui kahe vastastikku asetseva kapi ukseid on avatud 90° ulatuses, peab uste vahele jääma vähemalt 0,6 m laiune läbikäik.

Kui elektriseadmed paiknevad kappidest väljatõmmatavatel vankritel, peab käigu laius olema suurem vankri pikkusest vähemalt

0,6 m võrra ühe kapirea puhul;

0,8 m võrra kahe kapirea puhul.

Lābikāigu laius ei tohi ühelgi juhul olla väiksem vankri diagonaali pikkusest.

4.3.27. Muundurite anoodid ja nende jahutid tuleb värvida muude alaldiosade värvist teravalt erinevas toonis.

4.3.28. Muundurikerel peavad olema hoiatusmärgid koos pealdisega, mis näitab alaldi tühijooksu pinget.

4.3.29. Pooljuhtmuunduritega seadmetes peab isolatsioon muunduritrafo ventiilmähistega ühendatud ahelatel, juhtimis- ja võrekaitseahelatel ning neil ahelatel, mis isolatsiooni läbilöögi korral võivad sattuda ventiilmähiste pingele alla, taluma 1 min kestel järgmist 50-Hz vahelduvproovipinget:

Ahela nimipinge V	Kuni 60	220	500	Üle 500
Proovipinget	1000	1500	2000	$2,5U_{d0} + 1000$, kuid vähemalt 3000,

U_{d0} on alaldatud tühikäigupinge.

Isolatsiooni nimipingeks loetakse kontrollitava ahela isolatsioonile mõjuvatest nimipingetest suurima efektiivväärtust.

4.3.30. Alaldatud voolu primaarahelatel peab olema nende nimitõõpingele vastav isolatsioon.

Muundurite jahutus

4.3.31. Alaldite jahutusseadmed tuleb ehitada nii, et oleks tagatud valmistajatehase poolt nõutav temperatuuri-režiim. Jahutusviisi, jahutusvee või õhu temperatuuri ja kulu annab valmistajatehas.

4.3.32. Loomuliku või sundventilatsiooniga õhkjahutuse puhul ei tohi õhu tolmusisaldus olla üle $0,7 \text{ mg/m}^3$. Suurema tolmususe korral tuleb õhk puhastada.

4.3.33. Muunduri õhkjahutuse korral peab iga muunduri õhutorul olema klapp (siiber), mis võimaldab katkestada õhu juurdevoolu muundurile, sõltumata teiste muundurite õhujuurdevoolust.

4.3.34. Muunduri vesijahutuse korral tuleb üldjuhul kasutada vee suletud ringlussüsteemi.

Vee keemilised ja füüsilised omadused (näiteks vee keemiline koostis, elektrijuhtivus, karedus, mehaaniliste lisandite sisaldus) peavad vastama valmistajatehase nõuetele.

4.3.35. Nii läbivoolava kui ka ringleva veega jahutussüsteemi puhul tuleb juurde- ja äravoolutorustik isoleerida muunduri potentsiaali kandvast jahutussüsteemist.

Isoleerimiseks tuleb paigaldada isoleertorud või -voolikud muunduri ja soojusvaheti vahele (ringlussüsteemi

puhul) või muunduri ja veetorustiku vahele (läbivoolusüsteemi puhul). Torude või voolikute pikkus ei tohi olla väiksem valmistajatehase poolt nõutust.

Läbivooluga jahutussüsteemi korral võib muunduri ja äravoolutoru vahelise isolatsiooni ülesannet täita veejuga, mis vabalt langeb vastuvõtulehtrisse.

4.3.36. Kui jahutusvedelikuna kasutatakse suure elektrijuhtivusega korrosioonivastaseid lahuseid, tuleb jahutussüsteemi seadmestik (näiteks soojusvaheti, pump, eelsoojendid), mis sel juhul kannab muundurikere potentsiaali, paigaldada isolaatoritele ja jahutusseadme ning muunduri vahelised torustikud, mis muunduri töötamise ajal on puutealatuses, valmistada isoleertorudest või -voolikutest. Jahutusveet tuleb soojusvahetisse anda läbi isoleervaheliku (näit. vooliku või toru). Kui jahutusseade paikneb väljaspool muunduri piirdeid, peab ta olema tõkestatud 4.3.22 p. 2 nõudeile vastava võrk- või lauspiirdega; piirdeuste blokeerimise peab uste avamisel välja lülitama pumba ja soojusvaheti eelsoojendi.

4.3.37. Jahutusvee koguse reguleerimise ventiil tuleb paigaldada teenindamiseks ohutusse ja sobivasse kohta. Sõltuvalt asukohast peab kraan olema kas maast isoleeritud või maandatud.

4.3.38. Muundusalajaama vee- ja elektrivarustuse reserveerimisastmed peavad olema omavahel vastavuses.

4.3.39. Jahutusseadmete töö kontrollimiseks tuleb paigaldada piisavalt kontrollmõõteriistu ja -aparaate (näit. termomeetreid, manomeetreid, rõhu- ja läbivoolurelesid, kulumõõtureid jms.).

Küte, ventilatsioon, vesivarustus

4.3.40. Muundusalajaamade ja -seadmete ruumid peavad olema kütavad.

4.3.41. Külmal ajal peab küttesüsteem väljalülitatud seadmete korral hoidma muundusagregaatide ruumis vähemalt $+16^\circ\text{C}$ ja soojusvahetite ruumides vähemalt $+10^\circ\text{C}$. Kõigis ülejäänud ruumides peab temperatuur vastama sanitaarnormide nõuetele.

4.3.42. Suvisel ajal ei tohi õhusoojus muundusalajaamade ja -seadmete töötsoonis olla enam kui 5°C võrra kõr-

gem välisõhusoojusest. Kõrgeim temperatuur ei tohi tõusta üle 40 °C.

4.3.43. Alajaama (seadme) ruumis tuleb rakendada abinõusid seadmete töötamisel tekkiva, näiteks muundusagregaatidest, aparaatidest, takistustest jms. eralduva liigsoojuse eemaldamiseks.

4.3.44. Üldõhuvahetuse ventilatsiooniseadmel, mida kasutatakse ruumidest liigsoojuse eemaldamiseks, tuleb õhk tolmust puhastada.

4.3.45. Soovitatav on ette näha eraldi ventilatsioonisüsteemid esimesele korrusele, keldrite ja muudele isoleeritud ruumidele.

Uhist ventilatsioonisüsteemi võib kasutada juhtivate klappide (siibrite) olemasolu korral, mis võimaldavad katkestada õhu juurdevoolu tulekahju tekkimisel.

4.3.46. Muundusalajaamade ja -seadmete veevarustus peab olema küllaldane muundusagregaatide jahutamiseks ja sanitaartechniliste vajaduste rahuldamiseks.

4.3.47. Vectorustikku tuleb paigaldada võrkfiltrid, mis väldivad jämedate lisandite sattumist muundurite jahutussüsteemi.

Ehitusosa

4.3.48. Muundusalajaamade hooned ja muundusseadmete ruumid tuleb NSV Liidu Ehituskomitee ehitusnormide ja -eeskirjade [2.4] järgi lugeda tootmiskategooriasse Γ.

4.3.49. Muunduriruumide seinad tuleb krohvida ja laeni katta heleda õlivärviga, laed aga valgendada. Muud ruumid värvitakse ja viimistletakse vastavalt nende otstarbele.

4.3.50. Muunduriruumide põrandail peab olema kate, mis takistab tolmu tekkimist (näiteks marmorpuruga tsement või metlahhplaadid).

4.3.51. Ruumide lagedes või seintes peavad olema avad raskete või suurte seadmete transportimiseks. Luugid peavad asuma tõsteseadmete tegevuspiirkonnas. Luugi kattel ja ruumil peavad olema ühesugused tulepüsivusastmed.

4.3.52. Ruumide keldreil peab olema hüdroisolatsioon ja дренаaz.

4.3.53. Muundusalajaama või muundusseadmete ruumi sisenevatel kaablitunnelitel peavad hoonesse (ruumi) sise-

nemise kohtades olema vähemalt 0,7-h tulepüsivuspiiriga vaheseinad ja vähemalt 0,6-h tulekindlusega ukсед. Uksed peavad avanema alajaama (seadme) ruumi poole ja neil peab olema isesulguv lukk, mis on tunneli poolt ilma võtmeta avatav.

Peatükk 4.4

AKUSEADMED

Kehtivuspiirkond

4.4.1. EEE käesolev peatükk kehtib statsionaarsete happeakupatareiseadmete kohta.

Eeskirjad ei kehti eriotstarbeliste akupatareiseadmete kohta.

4.4.2. Akupatareiruumid, kus toimub akude laadimine pingel üle 2,3 V elemendi kohta, kuuluvad plahvatusohutsooni B-Ia (vt. ka 4.4.29 ja 4.4.30).

Ruumid, kus akupatareid töötavad alalise järellaadimise ja laadimise režiimis pingel kuni 2,3 V elemendi kohta, on plahvatusohtlikud ainult patarei formeerimise ajal ja remondijärgse laadimise režiimis pingel üle 2,3 V elemendi kohta. Normaalsel ekspluatatsioonil, kui pinge elemendi kohta ei ületa 2,3 V, ei ole need ruumid plahvatusohtlikud.

Elektriosa

4.4.3. Akupatareide põhi- ja abiruumide elektrikuumutus-seadmed, valgustid, ventilatsiooni elektrimootorid ja elekt-rijuhtmestik tuleb valida, paigaldada ning monteerida vastavalt peatüki 7.3 nõuetele.

4.4.4. Laadimisseadme võimsus ja pinge peab olema küllaldane akupatarei laadimiseks 90 protsendini nimilaengust enimalt 8 tunni jooksul pärast eelnevat 30-minutist tühjendamist.

4.4.5. Akuseade peab olema varustatud ümberlülitatava

voltmeetri ja ampermeetriga laadimisseadme, järellaadimisseadme ning akupatarei ahelas.

4.4.6. Laadimis- ja järellaadimis-mootorgeneraatoritele tuleb ette näha seadised, mis tagasivoolu tekkimisel lülitavad need mootorid välja.

4.4.7. Akupatarei ahelasse tuleb üldjuhul paigutada kaitseüliti, mis on selektiivne võrgu kaitseaparaatide suhtes.

4.4.8. Järellaadimisseade peab tagama patarei lattidel pinge stabiliseerimise piirides $\pm 2\%$.

4.4.9. Akuseadmetel, milles rakendatakse mitte üle 2,3-V pingega laadimisrežiimi elemendi kohta, peab olema seadis, mis takistab spontaanset pingetõusu üle 2,3 V elemendi kohta.

4.4.10. Akupatareide laadimiseks ja järellaadimiseks kasutatavad alaldusseadmed tuleb ühendada vahelduvvooluvõrku eraldustrafo kaudu.

4.4.11. Alalisvoolulattid peavad olema varustatud isolatsiooni pideva kontrolli seadmega, mille järgi saab hinnata isolatsioonitakistust ja mis annab signaali, kui isolatsioonitakistus ühel poolustest väheneb 220-V pingega võrgus väärtuseni 20 k Ω , 110-V võrgus väärtuseni 10 k Ω , 48-V võrgus väärtuseni 5 k Ω ja 24-V võrgus väärtuseni 3 k Ω .

4.4.12. Akupatareile tuleb ette näha blokeering, mis ventilatsiooni lakkamisel väldib aku laadimist pingel üle 2,3 V elemendi kohta.

4.4.13. Akupatareiruumi üks valgusti peab olema ühendatud avariivalgustusvõrku.

4.4.14. Akud tuleb paigutada lahtistele riiulitele või riiulitega kappi. Riiulite püstkaugused peavad olema sellised, et akupatareid oleks hõlpus teenindada.

Ühepoolisel teenindamisel tuleb akud paigutada ühte ritta, kahepoolisel teenindamisel võib neid paigutada kahte ritta. Klaasist paarisanimete kasutamisel vaadeldakse neid ühe akuna.

4.4.15. Riiulid akude paigutamiseks peavad olema valmistatud, teimitud ja markeeritud vastavalt riikliku standardi [3.8] või tehniliste tingimuste nõuetele; elektrolüüdi toime vastu peavad nad olema kaitstud vastupidava kattekihiga.

4.4.16. Akud tuleb riiulitest ja riiulid maast isoleerida elektrolüüdile ja selle aurule vastupidavate isoleeralustega.

Kuni 48-V pingega akupatarei riiulid võib paigaldada ilma isoleeralusteta.

4.4.17. Akupatareide teeninduskäigu laius peab patareide

kahepoolse paigutuse korral olema vähemalt 1 m ja ühepoolse paigutuse korral vähemalt 0,8 m.

Akupatareide paigutusel tuleb järgida riikliku standardi [3.8] nõudeid statsionaarsete elektriakuseadmete riiulite kohta.

4.4.18. Vahekaugus akudest kütteseadmeteni peab olema vähemalt 750 mm. Nimetatud kauguse võib võtta väiksema, kui akude kohaliku soojenemise vältimiseks seatakse üles mittesüttivast materjalist soojusvarjed.

4.4.19. Akude voolujuhtivate osade vahekaugus peab olema vähemalt 0,8 m, kui pinge normaalse töö (mitte laadimise) ajal on üle 65 V, kuid mitte üle 250 V, ja vähemalt 1 m, kui pinge on üle 250 V.

Kui akud paigutatakse kahte ritta ilma teeninduskäiguta nende vahel, siis eri ridades kõrvuti olevate akude voolujuhtivate osade vaheline pinge ei tohi normaalse töö (mitte laadimise) ajal ületada 65 V.

Elektriseadmed, samuti lattide ja kaablite ühenduskohad peavad asetsema vähemalt 1 m kaugusel hermetiseerimata akudest ja vähemalt 0,3 m madalamal lae madalaimast punktist.

(Täiendatud vastavalt otsusele 9-12/81.)

4.4.20. Akupatareide latistik tuleb teha isoleerimata vask- või alumiiniumlattidest või happekindla isolatsiooniga ühesoonelistest kaablitest.

Vasklatte tuleb jätkata ja harundada keevituse või jootmise teel, alumiiniumlatte aga ainult keevituse teel.

Lattid tuleb klemmplaadi läbiviikvarrastega ühendada keevituse teel.

Lattide ja kaablite akudega ühendamise kohad tuleb tinatada.

Akupatareiruumi väljaviiguplaadi ja alalisvoolu-jaotuskilbi ning lülitusaparaatide vahelised elektrilised ühendused tuleb teha ühesooneliste kaablite või isoleerimata lattidega.

(Uus sõnastus vastavalt otsusele 9-12/81.)

4.4.21. Isoleerimata juhid tuleb kogu pikkuses kaks korda värvida happekindla, alkoholi mittesisaldava värviga. Värvimata kohad tuleb katta tehnilise vaseliiniga.

(Uus sõnastus vastavalt otsusele 9-12/81.)

4.4.22. Isoleerimata naaberlattide vahe määratakse dünaamilise vastupidavuse arvutusega. See vahe, samuti lattide kaugus hoone tarinditest ja muudest maandatud osadest peab olema vähemalt 50 mm.