

Aprobat
prin Hotărârea Consiliului de administrație al
Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică
nr. ____/____

**NORMATIV PENTRU AMENAJAREA
INSTALAȚIILOR, CENTRALELOR ȘI
REȚELELOR ELECTRICE
Cartea I**

TITLU I

ALIMENTAREA CU ENERGIE ELECTRICĂ

CAPITOLUL I

PREVEDERI GENERALE

Secțiunea 1

Domeniul de aplicare. Termeni și definiții

1. Normativul cu privire la amenajarea instalațiilor, centralelor și rețelelor electrice (în continuare – Normativ) se aplică instalațiilor electrice a consumatorilor casnici și noncasnici, centralelor și rețelelor electrice de curent continuu și de curent alternativ noi construite și reconstruite cu tensiunea mai mică de 400 kV.

2. Cerințele Normativului se aplică pentru instalațiile, centralele și rețelele electrice (în continuare – instalații electrice) în funcțiune, dacă acest fapt majorează fiabilitatea acestora sau dacă modernizarea acestora are ca scop asigurarea cerințelor de securitate.

În cazul instalațiilor, centralelor și rețelelor electrice reconstruite, cerințele Normativului se aplică doar părții reconstruite.

Cerințele Normativului se aplică în cazul în care se modifică condițiile de utilizare și destinațiile încăperilor clădirilor.

3. Normativul este elaborat cu luarea în calcul a obligativității efectuării măsurărilor și încercărilor periodice planificate și a celor profilactice, reparației instalațiilor electrice și echipamentelor acestora.

4. Cerințele uzinei producătoare de echipamente electrice cu privire la modul de amenajare au prioritate în raport cu cerințele instituite de prezentul Normativ.

5. Toate valorile adoptate în normativ cu indicarea sintagmelor „mai mare de”, „mai mic de” la orice formă gramaticală, trebuie considerate ca valori inclusive.

6. În sensul prezentului Normativ se utilizează termenii definiți în Legea nr. 107/2016 cu privire la energia electrică, Legea nr. 174/2017 cu privire la energetică, NE1-01:2019 „Norme de exploatare a instalațiilor electrice ale consumatorilor noncasnici”, aprobate prin Hotărârea Consiliului de administrație al Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică (în continuare – ANRE) nr. 393/2019 și NE1-02:2019 „Norme de securitate la exploatarea instalațiilor electrice”, aprobate prin Hotărârea Consiliului de administrație al ANRE nr. 394/2019, precum și următorii termeni și definiții:

alimentare cu energie electrică – asigurarea funcționării receptoarelor electrice ale unui consumator prevăzută prin alimentarea cu energie electrică dintr-o sursă de energie electrică;

alimentare de rezervă – alimentare prevăzută pentru a menține în alte scopuri decât cele de securitate, funcționarea unei instalații electrice sau a unor părți ale acesteia, în cazul întreruperii alimentării în regim normal de funcționare;

atingere directă – contactul electric direct al oamenilor sau animalelor cu părțile active, care se află sub tensiune de lucru sau apropierea de acestea la o distanță inadmisibilă;

atingere indirectă – contact electric al persoanelor sau al animalelor cu părțile conductoare accesibile puse sub tensiune ca urmare a deteriorării izolației;

bară principală de legare la pământ – bară metalică care este parte a instalației de legare la pământ în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V și care asigură legătura electrică a unui număr de conductoare electrice pentru scopuri de echipotențializare și legare la pământ;

barieră de protecție – element care asigură protecția împotriva atingerilor directe în toate direcțiile de acces obișnuite;

cablu de alimentare PV (photovoltaic) – cablul care conectează bornele de tensiune alternativă ale inverterului PV la un circuit de distribuție al unei instalații electrice;

cablu de putere – cablu pentru transmiterea energiei electrice cu curenți de frecvență industrială receptoarelor de putere, echipamentelor de putere, tablourilor de putere, dulapurilor de putere;

cablu singular – pozare (singulară) a unui singur cablu distanța căruia de la alt cablu nu este mai mică de 300 mm;

cablul grupului PV – cablul de ieșire al unui grup PV;

cablul lanțului PV – cablu de conectare a modulelor PV pentru formarea unui lanț PV;

cablul principal PV de tensiune continuă – cablul care conectează cutia de joncțiune a generatorului PV la bornele de tensiune continuă ale unui inverter PV;

canal de cabluri – element de pozare situat pe sau în sol sau planșeu, ventilat sau închis, având dimensiuni care nu permit persoanelor să circule, dar în care conductoarele și cablurile sunt accesibile pe toată lungimea lor, în timpul și după instalare;

carcasă de protecție – carcasă electrică, care înconjoară părțile de echipament din interiorul său pentru prevenirea accesului la părțile active din orice direcție;

celulă PV – dispozitiv de bază PV care poate genera electricitate, atunci când este expus radiației solare;

circuit de alimentare – circuit electric de la instalația de distribuție a postului de transformare sau derivata de la liniile electrice până la tabloul de intrare, tabloul de distribuție și de intrare, tabloul de distribuție principal;

circuit de distribuție cu tensiunea mai mică de 1000 V – circuit electric cu tensiunea mai mică de 1000 V care alimentează unul sau mai multe tablouri de distribuție;

circuit de distribuție cu tensiunea mai mare de 1000 V – circuit electric cu tensiunea mai mare de 1000 V din incinta întreprinderilor industriale care alimentează stațiile electrice, punctele de distribuție sau posturile de transformare;

circuit de putere – circuit electric care conține elemente a căror destinație funcțională o constituie producerea sau transmiterea părții principale a energiei electrice, distribuția acesteia, transformarea acesteia în alt tip de energie sau în energie electrică cu alte valori ale parametrilor;

circuit de tensiune foarte joasă de protecție (circuit TFJP) – circuit electric a cărei tensiune nu depășește valoarea tensiunii foarte joase în condiții normale și în condiții de defect, exceptând defectele de punere la pământ în alte circuite electrice;

circuit de tensiune foarte joasă de securitate (circuit TFJS) – circuit electric a cărei tensiune nu depășește valoarea tensiunii foarte joase în condiții normale și în condiții de defect, inclusiv defectul de punere la pământ în alte circuite electrice;

circuit electric – ansamblu de echipamente electrice al unei instalații electrice protejate prin același dispozitiv de protecție;

circuit terminal – circuit electric destinat să alimenteze direct receptorul electric sau prize de curent;

clasa de tensiune a echipamentului electric – tensiunea nominală a instalației electrice pentru funcționarea în care este destinat echipamentul electric al acesteia;

coeficient de punere la pământ – coeficient care într-o rețea electrică trifazată reprezintă raportul diferenței de potențial dintre faza nedefectată și pământ în punctul punerii la pământ a altei faze sau celorlalte două faze la diferența de potențial dintre fază și pământ până la punerea la pământ;

coeficientul de utilizare a lungimii căii de scurgere (k) – coeficient de corecție, care ține cont de utilizarea efectivă a lungimii căii de scurgere a izolatorului sau a structurii izolante;

conductor – parte conductoare destinată să conducă un curent electric specificat;

conductor de echipotentializare de protecție – conductor de protecție prevăzut pentru realizarea unei legături de echipotentializare de protecție;

conductor de legare la pământ – conductor care asigură o cale conductoare sau o parte a unei căi conductoare, între un punct dat al unei rețele, al unei instalații electrice sau al unui echipament și o priză de legare la pământ sau un ansamblu de prize de legare la pământ;

conductor de legare la pământ de protecție – conductor de protecție prevăzut pentru a realiza legarea la pământ de protecție;

conductor de linie – conductor sub tensiune în regim de funcționare normală, capabil să participe la transmiterea sau la distribuția energiei electrice, dar care nu este nici conductor neutru nici conductor de punct median;

conductor de punct median (conductor M) – conductor electric conectat la punctul median și capabil să participe la transmiterea energiei electrice;

conductor neutru de protecție – conductor de protecție în instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, destinat pentru a conecta părțile conductoare accesibile la neutrul legat direct la pământ a sursei de alimentare;

conductor PEM – conductor care asigură atât funcțiile de conductor de protecție cât și de conductor de punct median;

conductor PEL – conductor care asigură atât funcțiile de conductor de protecție cât și de conductor de linie;

conductor profilat – conductor a cărui secțiune transversală este diferită de un cerc;

contact electric – stare a două sau mai multe părți conductoare care se ating accidental sau intenționat formând o cale conductoare unică și continuă;

curent maxim admisibil – valoarea maximă a curentului electric care poate parcurge în permanență un conductor, un cablu, un dispozitiv sau un aparat, fără a se depăși temperatura maximă admisibilă în regim normal de funcționare, în condiții date și să fie superioară valorii specificate;

curent de atingere – curent electric care trece prin corpul uman sau al unui animal atunci când acesta este în atingere cu una sau mai multe părți conductoare accesibile ale unei instalații electrice sau cu echipamente electrice aflate sub tensiune;

curent de defect – curent electric care circulă ca urmare a unui defect de izolație;

curent diferențial rezidual – suma fazorială a valorilor curenților electrici în toate conductoarele active, în același timp, într-un punct dat al unui circuit electric, într-o instalație electrică;

curent de scurtcircuit în condiții de încărcare standardizate (I_{scsrc}) – curent de scurtcircuit al unui modul, lanț, grup, sau generator PV, în condiții de încercare standardizate;

dirijarea distribuției potențialelor – reducerea diferenței de potențial (tensiune de pas) pe suprafața pământului sau a podelei cu ajutorul conductoarelor de protecție, pozate în sol, în podea sau pe suprafața acestora și conectate la instalația de legare la pământ sau prin utilizarea unor învelișuri speciale de pământ;

dispozitiv de detectare a defectului de arc electric (în continuare – AFDD) – dispozitiv destinat să limiteze efectele defectelor de arc electric prin deconectarea circuitului atunci când este detectat un defect de arc;

dispozitiv (aparat) de protecție împotriva supracurenților – dispozitiv destinat să întrerupă un circuit electric în cazul în care curentul în conductorul sau conductoarele circuitului electric depășește o valoare predeterminată în timpul unei durate prevăzute;

dispozitiv de protecție la curent diferențial rezidual (în continuare – DDR) – dispozitiv de protecție și întrerupere a alimentării care acționează la curent diferențial rezidual;

echipament de putere – echipament electric destinat pentru producerea, transportul, transformarea, distribuția și/sau utilizarea părții principale a energiei electrice;

echipament electric cu izolație normală – echipament electric, destinat pentru utilizare în instalații electrice care se supun acțiunii supratensiunilor atmosferice în cazul măsurilor obișnuite de apărare împotriva loviturilor directe de trăsnet;

echipament electric cu izolație ușoară – echipament electric destinat pentru utilizare în instalații electrice, care nu se supun acțiunii supratensiunilor atmosferice sau care sunt echipate cu dispozitive speciale de apărare împotriva loviturilor directe de trăsnet ce limitează valoarea de amplitudine a supratensiunilor atmosferice până la valoarea de amplitudine a tensiunii de încercare de frecvență industrială;

echipament fix – echipament electric fixat pe un suport sau fixat într-un alt mod într-un loc precizat;

echipament mobil – echipament electric care este deplasat în timpul funcționării sau poate fi ușor deplasat rămânând conectat la circuitul electric de alimentare;

echipament portabil – echipament electric prevăzut pentru a fi ținut în mână în utilizare normală;

echipament electric staționar – echipament electric instalat într-un loc stabilit sau echipament care nu este prevăzut cu un mâner pentru a fi transportat și care are o astfel de masă încât nu poate fi deplasat ușor în timpul funcționării;

ecran de protecție – ecran conductor utilizat pentru a separa un circuit electric și/sau conductoarele de părțile active periculoase;

gradul de poluare – indicator, care ține cont de influența poluării atmosferice asupra reducerii rigidității dielectrice a izolației echipamentelor electrice;

generator PV – ansamblu de grupuri PV;

grup PV – ansambluri de module PV, integrate mecanic și electric și alte componente necesare pentru a constitui o unitate de alimentare cu energie electrică la tensiune de curent continuu;

harta gradului de poluare – harta geografică cu divizarea pe zone conform gradului de poluare;

instalație de legare la pământ (în continuare – ILP) – ansamblu de conductoare de legare la pământ și prize de pământ interconectate electric care fac parte din legarea la pământ a unei rețele, a unei instalații sau a unui echipament electric;

instalații electrice deschise sau exterioare – instalații electrice care nu sunt protejate de intemperii de către clădire. Instalațiile electrice protejate doar de copertine, îngrădiri din plasă se consideră instalații exterioare;

instalații electrice de putere – ansamblu de echipamente electrice de putere utilizate pentru producerea, transportul, transformarea, distribuția și/sau utilizarea părții principale a energiei electrice;

instalații electrice închise sau interioare – instalații electrice amplasate în interiorul unei clădiri care le protejează de intemperii;

instalație electrică fixă – instalație electrică constituită din unul sau mai multe ansambluri de echipamente electrice asociate și amenajate fix;

instalație electrică mobilă – instalație electrică care este deplasată în timpul funcționării sau poate fi ușor amplasată în alt loc rămânând conectată la sursa de alimentare;

invertor PV – dispozitiv care transformă tensiunea și curentul continuu în tensiune și curent alternativ;

izolație de bază – izolația părților active periculoase care asigură protecția de bază;

izolație dublă – izolație, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, realizată prin utilizarea împreună a unei izolații de bază și a unei izolații suplimentare;

izolație întărită – izolația părților active periculoase care asigură un grad de protecție împotriva șocurilor electrice, echivalent celui unei izolații duble;

izolație suplimentară – izolație independentă în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, prevăzută suplimentar față de izolația de bază, pentru protecție în caz de defect;

încăperi, zone, platforme izolante – încăperi, zone, platforme în care protecția la defect este asigurată de rezistența mare a podelei și a pereților și în care nu există părți conductoare legate la pământ;

întrerupere automată a alimentării – deschiderea automată a circuitului a unui sau mai multor conductoare fazice și dacă este necesar, a conductorului neutru, realizată în scopul securității electrice în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V;

lanț PV – circuit în care modulele PV sunt conectate în serie pentru a forma ansamblul care să genereze tensiunea la ieșire specificată;

legare la pământ – realizarea unei legături electrice între un punct dat al unei rețele, al unei instalații electrice sau al unui echipament electric și ILP;

legare la pământ de protecție – acțiune de legare la pământ a unui punct sau a mai multor puncte dintr-o rețea, a unei instalații electrice sau a unui echipament, în scopuri de securitate;

legare la pământ funcțională – legare la pământ a unuia sau mai multor puncte ale unei rețele electrice, ale unei instalații electrice sau ale unui echipament electric pentru alte scopuri decât cele de securitate;

legătură de echipotenzializare – conexiune electrică a părților conductoare pentru a obține egalitatea potențialelor acestora;

lungimea căii de scurgere a izolației/izolatorului sau a părții componente a structurii izolante – cea mai mică distanță pe suprafața elementului izolator între părțile metalice cu potențial diferit;

lungimea de fabricație (constructivă) a cablului – lungime standardizată a unui cablu integru, prestabilită de uzina producătoare, care este înfășurat în întregime pe tambur;

lungimea efectivă a căii de scurgere – parte a lungimii căii de scurgere, ce determină rigiditatea dielectrică a izolatorului sau a structurii izolante în condiții de poluare și umiditate;

lungimea efectivă specifică a căii de scurgere λ_e – raportul dintre lungimea efectivă a căii de scurgere și tensiunea maximă de lucru între fazele rețelei/circuitului electric în care funcționează echipamentul electric;

mărime măsurată ce nu se normează – mărime, valoarea absolută a căreia nu este reglementată de indicații normative. Evaluarea stării echipamentului în acest caz se efectuează prin compararea cu datele măsurărilor similare la echipament de aceeași tip, despre care se știe că au caracteristici bune sau prin compararea cu rezultatele celorlalte măsurări;

modul PV – cel mai mic ansamblu de celule PV interconectate, protejat la influențele mediului;

neutru compensat – neutrul transformatorului de putere sau neutrul generatorului conectat la ILP prin bobine de stingere pentru compensarea curentului capacitiv în rețeaua/circuitul cu neutru izolat în cazul punerilor la pământ;

neutru izolat – neutrul transformatorului de putere, generatorului sau al sistemului de generare din surse regenerabile, care nu are conexiune cu ILP sau care este conectat la aceasta prin intermediul unei impedanțe de valoare mare a echipamentelor de semnalizare, măsurare, protecție sau altele similare;

neutru legat direct la pământ – neutrul transformatorului de putere, generatorului sau al sistemului de generare din surse regenerabile, conectat direct la ILP. Poate fi direct legat la pământ și ieșirea sursei de curent alternativ monofazat sau polul sursei de curent continuu în rețelele/circuitele electrice cu două conductoare, precum și punctul mediu în rețelele/circuitele electrice cu trei conductoare de curent continuu;

neutru legat la pământ prin rezistor – neutrul transformatorului de putere sau generatorului în rețeaua/circuitul cu neutru izolat sau compensat, legat la ILP prin intermediul unui rezistor, de exemplu, pentru a proteja rețelele/circuitele electrice împotriva supratensiunii și/sau asigurarea protecției selective în cazul punerii la pământ;

obstacol de protecție – element care împiedică o atingere directă întâmplătoare, dar care nu previne o atingere directă printr-o acțiune deliberată;

parte activă periculoasă – parte activă care în anumite condiții poate provoca un șoc electric semnificativ;

parte conductoare accesibilă – parte conductoare a instalației electrice disponibilă pentru atingere care în mod normal nu este sub tensiune, dar care poate fi sub tensiune atunci când izolația de bază a părților active este deteriorată;

parte conductoare terță – parte conductoare care nefiind parte componentă a instalației electrice, are capacitatea să conducă potențialul electric, de regulă, potențialul electric al pământului local;

parte electrică a sistemului energetic – ansamblu de instalații electrice ale centralelor și rețelelor electrice ale sistemului energetic;

pat de cabluri – suport de cabluri constituit dintr-o bază continuă cu margini, dar care nu este acoperit cu un capac;

părți conductoare simultan accesibile – conductoare sau părți conductoare care pot fi atinse simultan de către o persoană sau un animal;

persoană calificată – persoană care are o pregătire și o experiență corespunzătoare care să-i permită să prevadă riscurile și să evite pericolele pe care le poate produce energia electrică;

persoană instruită – persoană suficient de informată sau supravegheată de persoane calificate în domeniul electroenergetic, pentru a fi capabilă să prevadă riscurile și să evite pericolele pe care le poate provoca energia electrică;

persoană (obișnuită) – persoană care nu este nici persoană calificată, nici persoană instruită;

priză de pământ – parte conductoare sau un ansamblu de părți conductoare interconectate, care sunt în contact electric direct cu pământul sau printr-un mediu conductor intermediar. Priza de pământ poate fi realizată din unul sau mai mulți electrozi;

priză de pământ artificială – priză de pământ realizată special în scopuri de legare la pământ;

priză de pământ naturală – parte conductoare terță, care este în contact electric direct cu pământul sau printr-un mediu conductor intermediar, utilizat în scopul de legare la pământ;

priză de pământ independentă – priză de pământ suficient de îndepărtată de alte prize de pământ pentru care potențialul său electric să nu fie sensibil afectat de curenții electrici între pământ și alte prize de pământ;

protecția de bază (protecția la atingere directă) – protecția împotriva șocurilor electrice în absența defectului. Protecția de bază corespunde protecției împotriva atingerilor directe;

protecția în caz de defect (protecția la atingere indirectă) – protecție împotriva șocurilor electrice în condiții de defect simplu. Protecția în caz de defect corespunde protecției împotriva atingerilor indirecte;

punct median – punct comun între două elemente simetrice ale unui circuit, ale cărui extremități sunt conectate electric la conductoarele de linie diferite ale aceluiași circuit;

punere la pământ – apariția unei căi conductoare accidentale între părțile active sub tensiune și pământ;

receptor de putere – receptoarele de putere sunt receptoarele electrice ale echipamentelor mecanice și electrotermice, mașinilor frigorifice, echipamentelor de ridicare și transport și ale altor echipamente care consumă partea principală a energiei electrice;

rețea (circuit) electrică cu neutrul efectiv legat la pământ – rețea (circuit) electrică trifazată cu tensiunea mai mare de 1000 V, în care coeficientul de punere la pământ nu depășește valoarea de 1,4;

rezistența instalației de legare la pământ/prizei de pământ – raportul dintre tensiunea pe ILP/priza de pământ și curentul care parcurge această instalație;

scurtcircuit – cale conductoare accidentală sau intenționată între două sau mai multe părți conductoare astfel încât diferența de potențial electric între aceste părți conductoare să fie zero sau aproximativ zero;

separare de protecție – separare între două circuite electrice prin intermediul:

- 1) unei izolații duble;
- 2) unei izolații de bază și a unei protecții electrice printr-un ecran;
- 3) unei izolații întărite.

separare simplă – separare între circuite sau între un circuit și pământ printr-o izolație de bază;

sistem de alimentare cu energie electrică – un ansamblu de instalații electrice destinate să asigure alimentarea consumatorilor cu energie electrică;

sistem de alimentare cu energie electrică de rezervă – sistem de alimentare cu energie electrică conceput pentru a menține funcționarea unei instalații electrice sau a unor părți ale acesteia, sau a unei părți a acesteia, în cazul întreruperii alimentării normale cu energie electrică, dar nu în scopuri de siguranță;

sub-grup PV – subansamblu electric al unui grup PV format din lanțuri fotovoltaice conectate în paralel;

sursă autonomă de alimentare – sursă de alimentare care reprezintă în sine un dispozitiv de utilizare finală;

sursă autonomă mobilă de alimentare – sursă de alimentare cu energie electrică care poate fi ușor deplasată până la locul funcționării și care permite alimentarea consumatorilor independent de sursele fixe de alimentare cu energie electrică;

sursă autonomă fixă – sursă de alimentare, fixată pe un suport sau într-un alt mod într-un loc precizat;

sursă de alimentare de rezervă – sursă de alimentare cu energie electrică concepută pentru a menține alimentarea cu energie a unei instalații electrice sau a unor părți ale acesteia, sau a unei părți a acesteia, în cazul întreruperii alimentării normale cu energie electrică, dar nu în scopuri de scopuri de siguranță;

sursă independentă de alimentare – sursă de alimentare cu energie electrică care menține tensiunea în regim de post-avarie în limitele reglementate, atunci când la alte surse de alimentare cu energie electrică tensiunea lipsește.

Sunt considerate surse de alimentare independente două secții sau sisteme de bare colectoare ale uneia sau a două centrale electrice și stații electrice cu condiția îndeplinirii simultane a următoarelor condiții:

1) fiecare dintre secțiile sau sistemele de bare colectoare este la rândul său alimentată de la o sursă independentă de alimentare;

2) secțiile/sistemele de bare colectoare nu sunt interconectate sau au o conexiune care se deconectează automat în cazul unei funcționări defectuoase a uneia dintre secțiile/sistemele de bare colectoare.

Sursă fixă de alimentare cu energie electrică – sursă de alimentare cu energie electrică, fixată pe o bază sau în alt mod într-un anumit amplasament;

sistem TT – sistem în care punctul neutru al sursei de alimentare este legat la pământ, iar părțile conductoare accesibile ale instalației electrice sunt legate la prize de pământ independente față de priza de pământ a sursei;

supracurent – curent electric, valoarea căruia depășește valoarea maximă de funcționare a circuitului electric;

tablou terminal – tablou electric în care sunt instalate dispozitivele de protecție și de comutație pentru grupuri separate de iluminat, prize și receptoare electrice fixe;

tablou de putere – tablou de distribuție destinat pentru alimentarea cu energie electrice a receptoarelor de putere;

temperatura maximă a conductorului în regim normal de funcționare – valoarea maximă a temperaturii în conductor rezultată prin însumarea temperaturii mediului ambiant și a supratemperaturii datorată curentului de sarcină;

temperatura maximă a conductorului la scurtcircuit – temperatura cea mai ridicată a conductorului, ce se poate admite la sfârșitul unui scurtcircuit, având o durată mai mică de 5 sec.;

tensiune a unui circuit deschis în condiții de încercare standardizate (Uocstc) – tensiune la bornele fără sarcină ale unui modul, lanț, grup, generator PV sau la bornele de tensiune continuă ale unui invertor PV, în condiții de încercare standardizate;

tensiunea de curent alternativ – valoarea efectivă a tensiunii;

tensiunea de curent continuu – tensiunea curentului continuu sau tensiunea curentului redresat cu conținut al pulsațiilor nu mai mare de 10% din valoarea efectivă;

tensiune de atingere – tensiune între părți conductoare sau între părți conductoare și pământ atinse simultan de o persoană sau de un animal;

tensiune de încercare de frecvență industrială 50 Hz – valoarea efectivă a tensiunii de curent alternativ cu frecvența de 50 Hz, la care trebuie să reziste, pe o perioadă de timp prestabilită, izolația internă și externă a echipamentului electric în anumite condiții;

tensiune foarte joasă – tensiune care nu depășește limitele specificate de 50 V în curent alternativ și 120 V în curent continuu;

tensiune pe instalația de legare la pământ – tensiunea care apare la parcurgerea curentului prin priza de pământ între punctul de intrare a curentului în priza de pământ și zona cu potențial zero;

tensiunea de pas – tensiune între două puncte de pe suprafața pământului situate la distanța de 1 m, considerată a fi lungimea pasului unei persoane;

transformator de separare – transformator, a cărui înfășurare primară este separată de înfășurările secundare prin separarea electrică de protecție a circuitelor;

transformator de separare de protecție – transformator de separare destinat pentru a alimenta circuitele cu tensiune foarte joasă;

valoarea nominală a parametrului – valoare a parametrului specificată de producătorul instalației electrice;

zona de dispersie (pământ local) – parte a pământului în contact electric cu o priză de pământ și al cărui potențial electric nu este în mod necesar egal cu zero;

zona cu potențial zero (pământ de referință) – parte a pământului considerată conductoare, a cărei potențial electric convențional este considerat egal cu zero și care este în afara zonei de influență a oricărei ILP;

zona de tensiune alternativă – parte a unei instalații PV situată între bornele de tensiune alternativă ale unui invertor PV și punctul de conectare al unui cablu de alimentare PV la o instalație electrică;

zona de tensiune continuă – parte a unei instalații PV situată într-o celulă PV și bornele de tensiune continuă ale unui invertor PV.

7. Echipamentele electrice se aleg respectând clasele de protecție minime necesare în funcție de categoria încăperilor. Din punct de vedere al condițiilor de mediu, încăperile se clasifică în următoarele categorii:

1) încăperi uscate sunt încăperi în care umiditatea relativă a aerului nu depășește 60%. Dacă în astfel de încăperi nu sunt prezente condițiile specificate pentru încăperi cu temperatură ridicată, cu conținut sporit de praf sau cu mediu chimic activ sau organic, acestea se numesc încăperi cu mediu normal;

2) încăperi cu umiditate scăzută sunt încăperi în care umiditatea relativă a aerului este mai mare de 60%, dar nu depășește 75%;

3) încăperi cu umiditate medie sunt încăperi în care umiditatea relativă a aerului este mai mare de 75%, dar nu depășește 97%;

4) încăperi cu umiditate ridicată sunt încăperi în care umiditatea relativă a aerului este aproape de 100%. Tavanul, pereții, podeaua și obiectele ce se află în încăperea sunt acoperite cu umezeală;

5) încăperi cu temperatura aerului ridicată sunt încăperi în care sub acțiunea diverselor radiații termice, în mod constant sau periodic, mai mult de 24 ore, temperatura depășește +35°C;

6) încăperi cu conținut sporit de praf sunt încăperi în care, în cadrul procesului de producere se elimină praf, care se poate depune pe părțile active, pătrunde în interiorul echipamentelor și aparatelor. Încăperile cu conținut sporit de praf se clasifică în încăperi cu praf conductor și încăperi cu praf neconductor;

7) încăperi cu mediu chimic activ sau organic sunt încăperi în care în mod constant sau pentru o perioadă mare de timp, sunt prezenți vapori, gaze și lichide agresive, se formează depuneri sau mușgai, care deteriorează izolația și părțile active ale echipamentelor electrice.

8. Din punct de vedere al pericolului ce îl prezintă curentul electric asupra persoanelor, încăperile se clasifică în:

1) încăperi fără pericol sporit în care lipsesc condițiile ce cauzează pericol sporit sau deosebit de periculos, a se vedea sbp. 2) și 3);

2) încăperi cu pericol sporit ce se caracterizează prin prezența uneia din următoarele condiții ce cauzează pericolul sporit:

a) umiditate medie sau conținut sporit de praf;

b) podea conductoare (din părți metalice, din pământ, din beton armat, din cărămidă);

c) temperatură ridicată a aerului;

d) posibilitatea atingerii simultane a persoanelor de construcțiile metalice ale clădirilor în contact cu pământul, aparatele tehnologice, mecanisme, pe de o parte, și de carcasa metalice ale echipamentelor electrice sau părți conductoare accesibile a acestora, pe de altă parte;

3) încăperi deosebit de periculoase ce se caracterizează prin prezența unei din următoarele condiții ce cauzează pericolul deosebit:

a) umiditate ridicată;

b) mediu chimic activ sau mediu organic;

c) prezența simultană a două sau mai multe condiții specificate pentru încăperile cu pericol sporit, a se vedea sbp. 2);

4) Teritoriul instalațiilor electrice deschise, în raport cu pericolul de șoc electric sau electrocutare a persoanelor se echivalează condițiilor pentru încăperile deosebit de periculoase.

Secțiunea 2

Reguli generale de amenajare a instalațiilor electrice

9. Echipamentele electrice, produsele și materialele electrotehnice utilizate în instalațiile electrice, trebuie să corespundă cerințelor standardelor moldovenești sau specificațiilor tehnice aprobate conform procedurilor stabilite de legislația Republicii Moldova.

10. Proiectarea, construcția, modul de amenajare, clasa și caracteristicile izolației mașinilor, aparatelor, dispozitivelor și a altor echipamente electrice utilizate, precum și a cablurilor și conductoarelor, trebuie să corespundă parametrilor rețelei sau ale instalației electrice, regimurilor de lucru, condițiilor mediului ambiant și cerințelor prezentului Normativ.

11. Instalațiile electrice și construcțiile conexe trebuie să fie rezistente la influența mediului ambiant sau protejate de acțiunea acestuia.

12. Partea constructivă și părțile tehnico-sanitare ale clădirilor instalațiilor electrice cum este structura clădirii și elementele acesteia, încălzirea, ventilarea și alimentarea cu apă, trebuie să fie realizate în conformitate cu documentele normative în construcții, Codul urbanismului și construcțiilor nr. 434/2023, inclusiv cu îndeplinirea obligatorie a cerințelor prevăzute în Normativ.

13. Instalațiile electrice, în ceea ce privește nivelurile admise de zgomot, vibrații, intensitate a câmpurilor electrice și magnetice și compatibilitatea electromagnetică trebuie să corespundă cerințelor Hotărârii Guvernului nr. 362/2014 cu privire la aprobarea „Cerințelor minime privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor pentru sănătatea și securitatea lor generate sau care pot fi generate de expunerea la zgomot, în special împotriva riscurilor pentru auz”, Hotărârii Guvernului nr. 589/2016 privind „Cerințele minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de vibrațiile mecanice”, Hotărârii Guvernului nr. 697/2018 privind aprobarea „Cerințelor minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de câmpuri electromagnetice”, Hotărârii Guvernului nr. 807/2015 pentru aprobarea Reglementării tehnice „Compatibilitatea electromagnetică a echipamentelor”.

14. În instalațiile electrice trebuie să se asigure colectarea și evacuarea deșeurilor chimice, uleiului, gunoiului, apei tehnice. Gestionarea deșeurilor în instalațiile electrice se realizează în conformitate cu cerințele Legii nr. 209/2016 privind deșeurile.

Protecția mediului și a sănătății oamenilor în procesul exploatării instalațiilor electrice se realizează prin metode și procedee ce nu poluează mediul și nu pun în pericol sănătatea populației prin evitarea pătrunderii deșeurilor în apă, aer, sol, floră și faună, nu produc poluare fonică sau miros neplăcut, nu afectează peisajele sau zonele protejate.

15. Proiectarea și selectarea schemelor, configurațiilor și părților constructive ale instalațiilor electrice trebuie să se realizeze în baza unor comparații tehnico-economice a mai multor opțiuni, cu asigurarea cerințelor de securitate în procesul deservirii, de aplicare a unor scheme fiabile, de introducere a echipamentelor noi, cerințelor cu privire la utilizarea tehnologiilor de eficiență energetică, precum și de experiența de exploatare.

16. În cazul riscului de apariție a coroziunii electrice sau coroziunii în sol, trebuie să fie prevăzute măsuri corespunzătoare pentru a proteja construcțiile, echipamentele, conductele și alte comunicații subterane.

17. În instalațiile electrice trebuie să fie asigurată posibilitatea identificării ușoare a părților ce se referă la elemente separate ale instalației electrice, precum și simplitatea și claritatea schemelor, amplasarea corectă a echipamentelor electrice, inscripții, marcare.

18. Pentru identificarea numerică și prin culori a conductoarelor separate izolate sau neizolate, trebuie utilizate culorile și cifrele în conformitate cu SM EN IEC 60445:2022 „Principii fundamentale și de securitate pentru interfața om-mașină, marcare și identificare. Identificarea bornelor echipamentelor, a extremităților conductoarelor și a conductoarelor”.

19. Conductoarele de legare la pământ de protecție în toate instalațiile electrice, precum și conductoarele neutre de protecție în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, inclusiv barele colectoare, trebuie să fie identificate prin literele „PE” și marcate prin benzi longitudinale sau transversale alternante de aceeași lățime cuprinsă între 15 și 100 mm de culoare galbenă și verde.

20. Conductoarele neutre trebuie să fie identificate prin litera „N” și marcate cu culoare bleu sau marcate cu dungi galben-verde pe toată lungimea și culoarea bleu la capete.

21. Conductoarele de protecție combinate cu conductoarele neutre, trebuie să fie inscripționate prin literele PEN și marcate cu culoare bleu pe toată lungimea cu dungi galben-verde la capete.

22. Identificarea conductoarelor de linie din conductoarele/cablurile multiconductoare se efectuează după cum urmează:

1) culorile recomandate sunt maro, negru, gri. Se mai admit și alte culori: roșu, galben, albastru, portocaliu, violet, alb, roz, turcoaz;

2) din motive de securitate se recomandă să nu se utilizeze culoarea verde sau galben dacă există confuzia cu combinația bicoloră verde/galben;

3) identificarea prin numere se utilizează pentru cabluri care au mai multe de 5 conductoare; conductorul de protecție trebuie identificat și prin combinația bicoloră verde/galben la fiecare extremitate; conductorul neutru trebuie identificat prin culoarea bleu la fiecare extremitate.

23. Este permisă utilizarea unei singure culori pentru toate conductoarele de linie ale unui circuit, cu marcarea corespunzătoare la cele două extremități.

24. Cablurile cu un singur conductor cu manta și conductoarele izolate care nu au nici o izolație bicoloră verde/galben sau bleu, de exemplu în cazul unei secțiuni mai mari de 16 mm², ele pot fi utilizate pentru:

1) conductor de protecție (PE) dacă marcarea verde/galben, este prevăzută la fiecare extremitate pe cel puțin 15 mm până la 100 mm;

2) conductor PEN, dacă marcarea verde/galben și o marcă bleu este prevăzută la fiecare extremitate pe cel puțin 15 mm până la 100 mm;

3) conductor neutru (N) dacă marcarea bleu este prevăzută la fiecare extremitate, pe cel puțin 15 mm până la 100 mm.

25. Identificarea prin culoare sau prin numerotare nu este necesară pentru:

1) conductoarele concentrice ale cablurilor;

2) mantalele metalice ale cablurilor armate utilizate drept conductoare de protecție.

26. Identificarea prin culoare nu este necesară pentru cabluri care au o izolație care nu permite identificarea prin culoare, de exemplu cabluri cu izolație minerală. Pentru aceste tipuri de cabluri, conductoarele utilizate pentru conductoare de protecție (PE, PEN) sau conductor neutru (N), trebuie identificate prin culoarea corespunzătoare conform pct. 19-21 la fiecare extremitate.

27. Inscripționarea cu litere și cifre, precum și marcarea cu culori a barelor colectoare cu aceeași denumire, trebuie să fie identică pentru fiecare instalație electrică.

Barele colectoare trebuie să fie marcate în modul următor:

1) pentru curent alternativ trifazat – barele fazei „L₁” – cu culoare galbenă, fazei „L₂” – cu culoare verde, fazei „L₃” – cu culoare roșie;

2) pentru curent alternativ monofazat, bara „L₂” conectată la capătul înfășurării sursei de alimentare – cu culoare roșie, bara „L₁” conectată la începutul înfășurării sursei de alimentare – cu culoare galbenă.

Barele de curent monofazat, în cazul în care sunt derivate de la barele sistemului trifazat, se marchează ca și barele corespunzătoare de curent trifazat;

3) Pentru curent continuu, bara pozitivă „L+” – cu culoare roșie, iar cea negativă „L-” – cu culoare albastră și cea de punct median „M” – cu culoare bleu.

Marcarea cu culori trebuie să fie realizată pe toată lungimea barelor colectoare, în cazul în care aceasta este prevăzută pentru o răcire mai intensă sau protecție anticorozivă.

28. În locurile de conexiune ale barelor colectoare se permite marcarea în culori să fie realizată nu pe toată lungimea barelor, doar marcă cu culori sau doar marcă cu litere și cifre sau cu culori în combinație cu litere și cifre. În cazul în care barele neizolate nu sunt accesibile pentru inspecție vizuală în perioada în care acestea se află sub tensiune, se admite ca acestea să nu fie marcate. În acest caz nu trebuie să fie diminuat nivelul de securitate și vizibilitate în procesul deservirii instalației electrice.

29. La instalarea barelor colectoare în poziție „plat” sau „pe nervură” în instalațiile de distribuție cu excepția celulelor de serviciu prefabricate complete pe o singură față, instalațiile de distribuție prefabricate de 6-10 kV, precum și panourile cu tensiunea de 0,4-0,69 kV fabricate de uzina producătoare, trebuie respectate următoarele condiții:

1) în instalațiile de distribuție cu tensiunea de 6-330 kV de curent alternativ, barele colectoare, barele de ocolire și toate tipurile de barele colectoare de secționare, trebuie să fie amplasate:

a) în cazul poziționării orizontale:

- una sub alta: de sus în jos „L₁- L₂- L₃”;

- una după alta, sub unghi sau în triunghi: cea mai îndepărtată – bara „L₁”, cea din mijloc – bara „L₂”, cea mai apropiată de coridorul de deservire – bara „L₃”;
- b) în cazul poziționării verticale (într-un plan sau în triunghi):
- de la stânga la dreapta „L₁- L₂- L₃” sau cea mai îndepărtată – bara „L₁”, cea din mijloc – bara „L₂”, cea mai apropiată de coridorul de deservire – bara „L₃”;
- c) derivatele de la barele colectoare, în cazul în care se privește la bare din coridorul de deservire (în cazul prezenței a 3 coridoare – din cel din mijloc):
- în cazul poziționării orizontale: de la stânga la dreapta „L₁- L₂- L₃”;
 - în cazul poziționării verticale (într-un plan sau în triunghi): de sus în jos „L₁- L₂- L₃”.
- 2) în circuitele de curent alternativ trifazat cu 4 și 5 conductoare ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, poziționarea barelor trebuie să fie următoarea:
- a) în cazul poziționării orizontale:
- una sub alta: de sus în jos „L₁- L₂- L₃-N-PE (PEN)”;
 - una după alta: cea mai îndepărtată – bara „L₁”, în continuare barele fazelor „L₂- L₃” și bara „N”, cea mai apropiată de coridorul de deservire – bara „PE (PEN)”;
- b) în cazul poziționării verticale:
- de la stânga la dreapta „L₁- L₂- L₃-N-PE (PEN)” sau cea mai îndepărtată – bara „L₁”, în continuare barele fazelor „L₂- L₃”, bara „N”, cea mai apropiată de coridorul de deservire – bara „PE (PEN)”;
- c) derivatele de la barele colectoare, în cazul în care se privește la bare din coridorul de deservire:
- în cazul poziționării orizontale: de la stânga la dreapta „L₁- L₂- L₃-N-PE (PEN)”;
 - în cazul poziționării verticale: „L₁- L₂- L₃-N-PE (PEN)” de sus în jos.
- 3) În cazul curentului continuu, barele colectoare trebuie să fie poziționate:
- a) Bare colectoare poziționate vertical: cea de sus „M”, cea de mijloc „L-”, cea de jos „L+”;
- b) Bare colectoare poziționate orizontal:
- cea mai îndepărtată bara „M”, cea de mijloc bara „L-” și cea mai apropiată bara „L+”, în cazul în care se privește la bare din coridorul de deservire;
 - derivatele de la barele colectoare, în cazul în care se privește la bare din coridorul de deservire: bara din stânga „M”, cea de mijloc „L-”, cea din dreapta „L+”.

Se permit abateri de la cerințele specificate în sbp. 1-3, dacă realizarea acestora este asociată cu o complicație semnificativă a instalațiilor electrice cum ar fi necesitatea instalării unor suporturi speciale în apropierea stației electrice pentru transpoziția conductoarelor liniilor electrice aeriene (în continuare – LEA) sau dacă la stația electrică se utilizează două sau mai multe trepte de transformare.

30. În funcție de condițiile de securitate electrică, instalațiile electrice se clasifică în instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V și instalații electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V conform valorii efective a tensiunii.

31. Securitatea personalului de deservire și a persoanelor obișnuite, trebuie să fie asigurată prin îndeplinirea măsurilor de securitate prevăzute de Titlul IV, Capitolul II precum și prin îndeplinirea următoarelor măsuri:

- 1) respectarea distanțelor corespunzătoare în raport cu părțile active;
- 2) închiderea sau îngrădirea părților active;
- 3) utilizarea blocajului dispozitivelor și barierelor de protecție pentru a preveni operațiile eronate și accesul la părțile active;
- 4) utilizarea semnalizării de avertizare, inscripțiilor și indicatoarelor de securitate;

5) utilizarea dispozitivelor pentru reducerea intensității câmpurilor electrice și magnetice până la valori admisibile;

6) utilizarea mijloacelor de protecție și dispozitivelor, inclusiv pentru protecția împotriva acțiunii câmpurilor electrice și magnetice în instalațiile electrice în cazul în care intensitatea acestora depășește valorile admisibile.

32. În încăperile electrice cu instalații cu tensiunea mai mică de 1000 V se admite utilizarea părților active neizolate și izolate fără protecție la atingere, dacă conform condițiilor locale, o astfel de protecție nu este necesară în alte scopuri, cum ar fi asigurarea protecției împotriva acțiunilor mecanice. În acest caz, părțile accesibile pentru atingere trebuie să fie amplasate în așa mod încât deservirea normală a acestora să nu fie asociată riscului de atingere de acestea.

33. În încăperile de locuit, publice și de alte tipuri, barierele și dispozitivele de închidere a părților active trebuie să fie continue. În încăperile accesibile numai pentru personalul calificat, aceste dispozitive pot fi continue, cu plasă sau perforate.

Barierele și dispozitivele de închidere trebuie să fie executate, astfel încât demontarea sau deschiderea acestora să fie posibilă doar prin intermediul cheilor sau sculelor.

34. Toate barierele și dispozitivele de închidere, în funcție de condițiile locale, trebuie să fie rezistente mecanic. În cazul tensiunii mai mari de 1000 V, grosimea barierele metalice și dispozitivelor de închidere trebuie să fie nu mai mică de 1 mm.

35. Pentru protecția personalului de deservire împotriva șocurilor electrice și acțiunii arcului electric toate instalațiile electrice trebuie să fie dotate cu mijloace de protecție, în conformitate cu cerințele de utilizare și încercare a mijloacelor de protecție utilizate în instalațiile electrice.

36. Securitatea la incendiu și explozii a instalațiilor electrice trebuie să se asigure prin realizarea cerințelor prevăzute în Normativ și Regulilor generale de apărare împotriva incendiilor în Republica Moldova, aprobate prin Hotărârea Guvernului nr. 847/2022.

37. Instalațiile electrice nou construite, precum și echipamentele electrice amenajate în acestea, trebuie să fie supuse încercărilor de punere în funcțiune.

38. La proiectarea și amenajarea instalațiilor electrice repartizarea pe faze (transformatoarelor) și respectiv pe circuitele de alimentare, a receptoarelor electrice, trebuie să se facă astfel, încât să se asigure o încărcare cât mai simetrică a fazelor.

CAPITOLUL II

ALIMENTAREA CU ENERGIE ELECTRICĂ. INSTALAȚII ȘI REȚELE ELECTRICE

Secțiunea 1

Domeniul de aplicare

39. Prezentul capitol din Normativ se aplică tuturor sistemelor de alimentare cu energie electrică.

Sistemele de alimentare cu energie electrică pentru instalațiile subterane, de tracțiune și alte instalații speciale, pe lângă cerințele prezentului capitol, trebuie să respecte și cerințele din Normele de amenajare a instalațiilor electrice, ediția a 7-a, aprobate prin Ordinul ministrului Economiei și Comerțului al Republicii Moldova nr. 143/2009.

Secțiunea 2

Cerințe generale

40. La proiectarea sistemelor de alimentare cu energie electrică și reconstrucția instalațiilor electrice, trebuie să se asigure următoarele:

1) perspectiva de dezvoltare a sistemelor electroenergetice și a sistemelor de alimentare cu energie electrică, cu asigurarea combinării raționale a rețelelor și instalațiilor electrice nou construite cu rețelele și instalațiile electrice existente și nou construite de alte clase de tensiune;

2) asigurarea alimentării centralizate integrate cu energie electrică a tuturor consumatorilor de energie electrică situați în zona de operare a rețelelor electrice, indiferent de apartenența acestora;

3) limitarea curenților de scurtcircuit la nivelurile limită stabilite pentru viitor;

4) reducerea pierderilor de energie electrică;

5) corespunderea deciziilor luate cu condițiile de protecție a mediului ambiant.

De asemenea, sistemele de alimentare cu energie electrică externă și internă trebuie să se asigure în complex în funcție de posibilitățile tehnice și fezabilitatea rezervei tehnologice.

Rezerva tehnologică se asigură ținând cont de capacitatea de suprasarcină a elementelor instalațiilor electrice, precum și disponibilitatea rezervei de echipamente tehnologice.

41. Dezvoltarea sistemelor de alimentare cu energie electrică trebuie să se asigure în funcție de regimurile de reparație, de avarie și post-avarie.

42. La alegerea surselor de alimentare de rezervă reciprocă, care constituie obiecte ale sistemului electroenergetic, trebuie să se asigure posibilitatea simultană dependentă de micșorare pe termen scurt a tensiunii sau de dispariție completă a tensiunii pe durata acțiunii protecției prin relec și a automatizării în cazul unor defecte la partea electrică a sistemului electroenergetic, precum și de dispariție simultană pe termen lung a tensiunii pe aceste surse de alimentare în cazul unor avarii grave de sistem.

43. Cerințele pct. 40-42 trebuie să fie asigurate la toate etapele de dezvoltare a sistemului electroenergetic și a sistemelor de alimentare cu energie electrică.

44. Proiectarea rețelelor și instalațiilor electrice trebuie să se facă în funcție de modul de exploatare a acestora.

45. Funcționarea rețelelor și instalațiilor electrice cu tensiunea de 2-35 kV poate fi asigurată atât cu neutru izolat, cât și cu neutru legat la pământ prin intermediul unui bobine de reactanță sau a unui rezistor.

Compensarea curentului capacitiv de punere la pământ trebuie să se realizeze în regim normal la valori:

1) în rețelele sau instalațiile electrice cu tensiunea de 3-10 kV, amenajate cu utilizarea LEA cu stâlpi din beton armat și metalici și în toate rețelele sau instalațiile electrice cu tensiunea de 35 kV – mai mare de 10 A;

2) în rețelele sau instalațiile electrice cu LEA fără stâlpi din beton armat și metalici:

a) mai mare de 30 A pentru tensiunea de 3-6 kV;

b) mai mare de 20 A pentru tensiunea de 10 kV;

3) în schemele tensiunii de generare de 6-10 kV ale blocurilor generator-transformator – mai mare de 5 A.

Pentru curenți de punere la pământ mai mari de 50 A trebuie să se utilizeze cel puțin două bobine de reactanță.

Funcționarea rețelelor sau instalațiilor electrice cu tensiunea de 110 kV poate fi asigurată atât cu neutru legat la pământ, cât și cu neutru efectiv legat la pământ.

Rețelele electrice cu tensiunea mai mare de 330 kV trebuie să funcționeze numai cu neutru legat direct la pământ.

Secțiunea 3

Categoriile de receptoare electrice. Asigurarea fiabilității alimentării cu energie electrică

46. Categoriile de fiabilitate a alimentării cu energie electrică a receptoarelor electrice, se determină în procesul de proiectare a sistemului de alimentare cu energie electrică în baza documentației normativ-tehnice, precum și a necesităților tehnologice.

47. În ceea ce privește fiabilitatea alimentării cu energie electrică, receptoarele electrice se clasifică în următoarele trei categorii:

1) receptoare electrice de categoria I – receptoare electrice a căror întrerupere în alimentarea cu energie electrică poate cauza pericol pentru viața oamenilor, pericol pentru securitatea statului, daune materiale considerabile, perturbarea unui proces tehnologic complex, perturbarea funcționării unor elemente deosebit de importante ale serviciilor publice, obiectelor de comunicații electronice și televiziune.

Din categoria I de receptoare electrice se distinge un grup special de receptoare electrice a căror funcționare neîntreruptă este necesară pentru oprirea fără avarii a producerii în scopul prevenirii pericolului pentru viața oamenilor, exploziilor și incendiilor.

2) receptoare electrice de categoria a II-a – receptoare electrice a căror întrerupere în alimentarea cu energie electrică cauzează subproducții în masă, oprirea activității în masă a lucrătorilor, a utilajelor și a transportului industrial, la întreruperea activităților normale ale unui număr semnificativ de locuitori din mediul urban și rural.

3) receptoare electrice de categoria a III-a – toate celelalte receptoare electrice care nu se încadrează în definițiile din prima și a doua categorie.

48. Receptoarele electrice de categoria I, în regimuri normale de funcționare, trebuie asigurate cu energie electrică de la două surse de energie independente și reciproc rezervabile, iar întreruperea alimentării cu energie electrică în cazul unei pene de curent de la una dintre sursele de energie electrică, se permite numai pentru perioada de restabilire automată a alimentării cu energie electrică.

Pentru alimentarea cu energie electrică a grupului special de receptoare electrice de categoria I, trebuie prevăzută alimentarea de la o a treia sursă de energie independentă și reciproc rezervabilă.

În calitate de a treia sursă independentă de alimentare a receptoarelor electrice din grupul special și în calitate de a doua sursă de energie independentă pentru celelalte receptoare electrice de categoria I pot fi utilizate centralele electrice locale, centralele electrice ale sistemelor electroenergetice în special barele de tensiune ale generatoarelor, surse de alimentare neîntreruptibilă concepute în acest scop, bateriile de acumulare.

Dacă prin rezervarea alimentării cu energie electrică nu este posibil de asigurat continuitatea procesului tehnologic sau dacă rezervarea alimentării cu energie electrică nu este economic fezabilă, trebuie să fie realizată rezervarea tehnologică prin instalarea de unități tehnologice reciproc rezervabile sau dispozitive speciale pentru oprirea fără accidente a procesului tehnologic care funcționează în caz de întrerupere a alimentării cu energie electrică.

Alimentarea cu energie electrică a receptoarelor electrice de categoria I cu un proces tehnologic continuu deosebit de complex, care necesită un timp îndelungat pentru restabilirea funcționării normale, în cazul în care există argumentări tehnico-economice, trebuie să se realizeze de la două surse de energie independente și reciproc rezervabile, cu cerințe suplimentare determinate de specificul procesului tehnologic etc.

49. Receptoarele electrice de categoria a II-a, în condiții normale de funcționare, trebuie să fie asigurate cu energie electrică de la două surse de energie independente și reciproc rezervabile.

Pentru receptoarele electrice de categoria a II-a se permit întreruperi ale alimentării cu energie electrică pe o perioadă de timp necesară pentru conectarea sursei de alimentare de rezervă prin acțiunile personalului de serviciu sau ale formațiunilor operative de intervenție.

50. Pentru receptoarele electrice de categoria a III-a alimentarea cu energie electrică poate fi realizată de la o singură sursă de alimentare, cu condiția ca întreruperile în alimentarea cu energie electrică necesare pentru repararea sau înlocuirea unui element deteriorat al sistemului de alimentare cu energie electrică să nu depășească durata de 24 ore.

51. În cazuri speciale, pentru unele receptoare electrice poate să fie prevăzută alimentarea de securitate cu comutare automată cu o durată de comutare care poate fi:

1) fără întrerupere, alimentare automată care poate fi asigurată în mod continuu, în condiții specifice privind perioada de tranziție (de ex. variații de tensiune și frecvență);

2) cu o întrerupere foarte scurtă, durata de comutare fiind mai mică de 0,15 sec.;

3) cu o întrerupere scurtă, durata de comutare fiind mai mică de 0,5 sec.;

4) cu o întrerupere medie, durata de comutare fiind mai mică de 15 sec.;

5) cu o întrerupere lungă, durata de comutare fiind mai mare de 15 sec.

Durata comutării se stabilește în funcție de importanța receptoarelor electrice.

Secțiunea 4

Nivelurile și reglarea de tensiune. Compensarea puterii reactive

52. Pentru rețelele electrice trebuie prevăzute măsuri tehnice pentru asigurarea calității energiei electrice în conformitate cu standardul SM EN 50160:2023 „Caracteristici ale tensiunii furnizate de rețele publice de energie electrică”.

53. Selectarea și amplasarea dispozitivelor de compensare a puterii reactive în rețelele sau instalațiile electrice se realizează în funcție de necesitatea asigurării capacității indispensabile a rețelei sau instalației electrice în regimuri de funcționare normale și post-avarie de funcționare cu menținerea nivelurilor de tensiune și rezervelor de stabilitate necesare.

TITLUL II

ALEGEREA CONDUCTOARELOR ȘI APARATELOR ELECTRICE

CAPITOLUL I

ALEGEREA CONDUCTOARELOR CONFORM ÎNCĂLZIRII ADMISIBILE, DENSITĂȚII ECONOMICE DE CURENT ȘI DESCĂRCĂRII CORONA

Secțiunea 1

Domeniul de aplicare

54. Cerințele prezentului capitol se aplică la alegerea secțiunilor conductoarelor electrice conform încălzirii admisibile, descărcării Corona și densității economice de curent. Dacă secțiunea conductorului stabilită conform acestor condiții este mai mică de secțiunea stabilită prin alte condiții cum ar fi stabilitatea termică și electrodinamică la curenții de scurtcircuit, pierderi și abateri de tensiune, rezistența mecanică, protecția împotriva suprasarcinii, atunci se alege secțiunea cea mai mare determinată de aceste condiții. Cerințe suplimentare cu privire la alegerea și utilizarea conductoarelor electrice sunt stabilite în Titlul II Capitolul II.

55. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare și cabluri care nu sunt stipulate în acest capitol se determină în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2

Alegerea conductoarelor pe baza încălzirii admisibile

56. Prevederile prezentei secțiuni sunt destinate pentru stabilirea curenților admisibili pentru conductoare și selectarea izolațiilor acestora care sunt supuse efectelor termice ale curenților admisibili pe perioade prelungite în regim normal de funcționare normală.

57. Conductoarele de orice destinație trebuie să îndeplinească condițiile cu privire la încălzirea maximă admisibilă cu luarea în considerare a regimurilor normale de funcționare, a regimurilor de post-avarie, precum și a celor în perioada reparației și posibilelor neuniformități de repartizare a curenților între linii și secțiile de bare.

Temperatura maximă admisibilă a cablurilor, conductoarelor și barelor trebuie să nu depășească valorile indicate în tabelele 1-3.

58. Pentru realizarea încercărilor la încălzire se ia valoarea maximă a curentului de jumătate de oră, a celui mai mare dintre curenții medii de jumătate de oră al acestui element de rețea sau circuit.

59. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare ai cablurilor se determină conform temperaturii maxime admisibile a conductoarelor în corespundere cu standardul SM IEC 60287-1-1+A1:2016 „Cabluri electrice. Calculul intensității admisibile a curentului. Partea 1-1: Ecuațiile intensității admisibile a curentului (factor de încărcare 100%) și calculul pierderilor. Generalități.” sau cu prezentul Normativ. Valorile temperaturii maxime admisibile a cablurilor cu izolație din hârtie impregnată se determină conform SM HD 621 S1:2016 „Cabluri de distribuție de medie tensiune cu izolație de hârtie impregnată”.

Tabelul 1. Valorile temperaturii maxime admisibile a cablurilor cu izolație din hârtie impregnată

Tensiunea nominală, kV	Temperatura maximă admisibilă în regim normal de funcționare a conductoarelor, °C		Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor, °C	
	Monofilare (în manta separată pentru fiecare fir izolat)	Cu izolația mantalei comune	În caz de suprasarcină	În caz de scurtcircuit
1	80	80	105	250
6	-	80/65	105/90	200
10	-	70/60	90/80	200
20 și 35	65	-	-	130

Notă: La numărător sunt indicate valorile temperaturii pentru cablurile cu izolație din hârtie impregnată cu colofoniu uleios și cu mase nemigratoare, la numitor – pentru cabluri cu izolație impregnată cu amestec de viscoză care conține ceară de polietilenă – agent de îngroșare.

Tabelul 2. Valorile temperaturii maxime admisibile a cablurilor cu izolație din plastic și cauciuc conform SM IEC 60502-1+A1:2019 „Cabluri de energie cu izolație extrudată și accesoriile lor pentru tensiuni nominale de la 1 kV ($U_m=1,2$ kV) până la 30 kV ($U_m=36$ kV). Partea 1: Cabluri pentru tensiuni nominale de 1 kV ($U_m=1,2$ kV) și 3 kV ($U_m=3,6$ kV)”

Materialul izolației cablului	Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor, °C		Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor, °C	
	În regim normal de funcționare	De scurtă durată în caz de suprasarcină	În cazul curentului de scurtcircuit	În caz de aprindere ca rezultat al scurtcircuitului
Policlorură de vinil	70	90	160/140*	350

Policlorură de vinil cu siguranță redusă la foc				
Material polimeric care nu conține halogeni				
Polietilenă reticulată**	90	130	250****	400
Cauciuc din etilen- propilen***	90	130	160	350

Notă: *La numărător – pentru cabluri cu conductoare cu o secțiune mai mare de 300 mm²;

**Cerințele se aplică pentru cabluri cu tensiunea mai mică de 330 kV;

***Pentru cabluri cu izolație din cauciuc temperatura maximă admisibilă constituie 65°C; de scurtă durată în caz de suprasarcină – 110°C; în caz de scurtcircuit – 150°C; în caz de aprindere ca rezultat al scurtcircuitului – 350°C;

****Temperatura maximă admisibilă a ecranelor de cablu în cazul scurtcircuitelor constituie 350°C.

Tabelul 3. Valorile temperaturii maxime admisibile a conductoarelor neizolate și bare colectoare vopsite

Particularități constructive, materialul	Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor, °C		Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor, °C
	În regim normal de funcționare	De scurtă durată în caz de suprasarcină	În cazul curentului de scurtcircuit
Bare colectoare:			
- din aluminiu	70	90	200
- din cupru	70	90	300
- din oțel, care sunt în contact direct cu dispozitivele	70	90	300
- din oțel, care nu sunt în contact direct cu dispozitivele	70	90	400
Conductoare neizolate din cupru, N/mm ² :			
- mai mic de 20	70/90	90	250
- 20 și mai mare	70/90	90	200
Conductoare neizolate din aluminiu, N/mm ² :			
- mai mic de 10	70/90	90	200
- 10 și mai mare	70/90	90	160
Partea de aluminiu a conductoarelor oțel- aluminiu	70/90	90	200
Conductoare cu temperatură ridicată	150	180	260

Notă: La numărător – în conformitate cu SM HD 603 S1:2015 „Cabluri de distribuție de tensiune nominală 0,6/1 kV”.

60. În cazul regimurilor de funcționare de scurtă durată și a celor intermitente de scurtă durată, cu o durată totală a ciclului mai mică de 10 min. și a duratei perioadei de funcționare nu mai mare de 4 min., în calitate de curent de calcul pentru verificarea secțiunii conductoarelor conform încălzirii admisibile trebuie selectat curentul raportat la regimul normal de funcționare. Totodată:

1) pentru conductoare din cupru cu secțiunea mai mică de 6 mm^2 , precum și pentru conductoare din aluminiu cu secțiunea mai mică de 10 mm^2 curentul trebuie ales ca și pentru instalații cu regim normal de funcționare;

2) pentru conductoare din cupru cu secțiunea mai mare de 6 mm^2 , precum și pentru conductoare din aluminiu cu secțiunea mai mare de 10 mm^2 curentul se determină prin înmulțirea curentului în regim normal de funcționare la coeficientul $0,875/\sqrt{T_{D.C.}}$, unde $T_{D.C.}$ este durata perioadei de lucru exprimată în unități relative ce reprezintă durata de funcționare în raport cu durata ciclului.

61. Pentru regimul de funcționare de scurtă durată la care durata de conectare este mai mică de 4 min. și pauze dintre conectări suficiente pentru răcirea conductoarelor până la temperatura mediului ambiant, curenții maximi admisibili trebuie determinați conform regimului intermitent de scurtă durată, a se vedea pct. 60. Pentru o durată de conectare mai mare de 4 min., precum și la pauze de durate insuficiente între conectări, curenții maximi admisibili trebuie determinați ca și pentru instalațiile în regim normal de funcționare.

62. În cazul pozării cablului în diferite condiții de răcire, curenții maximi admisibili trebuie selectați în corespundere cu pct. 64 și 65.

Cerințele către sarcinile normale și suprasarcinile post-avarie se referă la cabluri și manșoanele de conexiune și terminale.

63. Pentru liniile electrice în cablu (în continuare – LEC) care se află în exploatare mai mult de 15 ani, suprasarcina trebuie să fie nu mai mare de 10%. Suprasarcina LEC cu tensiunea de 20-35 kV este interzisă.

64. Pentru LEC pozate pe trasee ce trec prin diferite tipuri de sol, alegerea construcțiilor și secțiunilor cablurilor se realizează conform sectorului cu cele mai dificile condiții. În cazul unei lungimi considerabile a sectoarelor de traseu cu condiții diferite de pozare, pentru fiecare dintre acestea trebuie selectate construcții corespunzătoare secțiunilor cablurilor.

65. Pentru LEC pozate pe trasee cu diferite condiții de răcire, secțiunile cablurilor trebuie selectate conform sectorului de traseu cu cele mai dificile condiții de răcire, dacă lungimea acestora este mai mare de 10 m. Pentru LEC cu tensiunea mai mică de 10 kV, cu excepția celor subacvatice, se permite utilizarea cablurilor cu secțiuni diferite, dar nu mai multe de 3, cu condiția că lungimea sectorului nu este mai mică de 20 m.

66. La determinarea curenților maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri, conductoare și bare izolate și neizolate, precum și pentru conductoare-bare rigide și flexibile, amplasate într-un mediu a cărui temperatură diferă semnificativ de cea prezentată în pct. 67, 68, 76, 80, 89, 93, 94 și 97, trebuie aplicați coeficienții de corecție.

Secțiunea 3

Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare, șnururi și cabluri cu izolație din cauciuc sau plastic cu tensiunea mai mică de 690 V

67. Temperatura maximă admisibilă de încălzire a cablurilor trebuie să nu depășească valorile prezentate în tabelul 2, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

68. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare și sarcina de 100% pentru conductoare cu izolație din cauciuc sau policlorură de vinil (în continuare – PVC), șnururi cu izolație din cauciuc și cabluri cu izolație din cauciuc sau plastic în manta din plumb, PVC și cauciuc trebuie să nu depășească valorile prevăzute în tabelele 4-8, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare sunt stabiliți pentru pozare în următoarele condiții:

1) temperatura mediului ambiant în cazul pozării cablurilor în aer liber constituie $+25^{\circ}\text{C}$, în cazul pozării în sol $+15^{\circ}\text{C}$;

- 2) adâncimea de pozare a cablurilor în sol constituie 0,7 m;
 3) rezistența termică specifică a solului constituie 1,2 m·K/W.

69. În cazul determinării numărului de conductoare care se pozează într-o singură țevă (sau fire ale conductorului multifilar), conductorul neutru N în sistemele de curent trifazat cu patru conductoare, conductoarele de protecție PE și conductoarele PEN nu se iau în considerație.

Datele prezentate în tabelele 4 și 5 trebuie utilizate indiferent de numărul de țevi și de locul unde sunt așezate.

70. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare și cabluri, pozate în jgheab, precum și în mănunchi pe paturi de cablu, trebuie aleși: pentru conductoare – conform tabelelor 4 și 5 ca și pentru conductoare pozate în țevi, pentru cabluri – conform tabelelor 6-8 ca și pentru cabluri suspendate în aer. Pentru conductoare încărcate simultan în număr mai mare de 4, pozate în țevi, jgheaburi, precum și în mănunchi pe paturi de cablu, curenții trebuie aleși conform tabelelor 4 și 5 ca și pentru conductoare pozate deschis, în aer liber, cu aplicarea coeficienților de micșorare: 0,68 – pentru 5 și 6 conductoare, 0,63 - de la 7 la 9 și 0,6 - de la 10 la 12 conductoare.

Pentru conductoarele circuitelor secundare coeficienții de micșorare nu se utilizează.

71. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare, pozate pe paturi de cabluri într-un singur rând, trebuie selectați ca și în cazul conductoarelor pozate în aer liber.

72. Curenții maximi admisibili pentru conductoare și cabluri, pozate în jgheaburi, trebuie selectați în corespundere cu tabelele 4-7 ca și pentru conductoare și cabluri singulare, pozate deschis în aer, cu aplicarea coeficienților de micșorare prezentați în tabelul 9.

73. La determinarea curenților maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri și conductoare izolate, pozate într-un mediu temperatura căruia diferă semnificativ de cea prezentată în pct. 68, trebuie aplicați coeficienții de corecție prezentați în tabelul 10.

În cazul alegerii conductoarelor și cablurilor de control și de rezervă, coeficienții de micșorare nu se aplică.

74. În perioada de lichidare a regimului post-avarie pentru cabluri cu izolație din polietilenă se permite o suprasarcină nu mai mare de 10%, iar pentru cablurile cu izolație din PVC – nu mai mare de 15% din cea nominală pentru perioada sarcinilor maxime cu durata nu mai mare de 6 ore pe zi în decursul a 5 zile, dacă sarcina în celelalte perioade a acestor zile nu depășește sarcina nominală.

Tabelul 4. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare și șnururi din cupru cu izolație din cauciuc și PVC

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul pentru conductoare pozate, A					
	deschis	într-o țevă				
		două monofilare	trei monofilare	patru monofilare	unul bifilar	unul trifilar
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34

8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	-	-	-
185	510	-	-	-	-	-
240	605	-	-	-	-	-
300	695	-	-	-	-	-
400	830	-	-	-	-	-

Tabelul 5. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare din aluminiu cu izolație din cauciuc și PVC

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul pentru conductoare, pozate, A					
	deschis	într-o țevă				
		două monofilare	trei monofilare	patru monofilare	unul bifilar	unul trifilar
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	-	-	-
185	390	-	-	-	-	-
240	465	-	-	-	-	-
300	535	-	-	-	-	-
400	645	-	-	-	-	-

Tabelul 6. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare din cupru cu izolație din cauciuc în mantale metalice de protecție și cabluri din cupru cu izolație din cauciuc în manta din plumb, PVC, cloropren sau cauciuc, armate și nearmate

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul* pentru conductoare și cabluri, A		
	monofilare/unipolare	bifilare/cu 2 conductoare	trifilare/cu 3 conductoare
	pozate		

	în aer	în aer	în sol	în aer	în sol
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-

Notă: *Curenții sunt prezentați pentru conductoare și cabluri cu conductor PEN-(N-) sau fără el.

Tabelul 7. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri din aluminiu cu izolație din cauciuc sau plastic în mantale din plumb, PVC sau cauciuc, armate și nearmate

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul* pentru conductoare și cabluri, A				
	monofilare/unipolare	bifilare/cu 2 conductoare		trifilare/cu 3 conductoare	
	pozate				
	în aer	în aer	în sol	în aer	în sol
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	-	-	-	-

Notă: *Curenții maximi admisibili pentru cabluri cu 4 conductoare cu izolație din plastic la tensiunea mai mică de 1000 V se selectează conform tabelului 7 ca și pentru cabluri cu 3 conductoare cu aplicarea coeficientului 0,92.

Tabelul 8. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru șnururi portabile cu cordoane ușoare și medii, cabluri cu cordoane portabile grele, cabluri cu cordoane flexibile de mină și pentru reflectoare și conductoare portabile din cupru

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul* pentru șnururi, conductoare și cabluri, A		
	monofilare/unipolare	bifilare/cu 2 conductoare	trifilare/cu 3 conductoare
0,5	-	12	-
0,75	-	16	14

1,0	-	18	16
1,5	-	23	20
2,5	40	33	28
4	50	43	36
6	65	55	45
10	90	75	60
16	120	95	80
25	160	125	105
35	190	150	130
50	235	185	160
70	290	235	200

Notă: *Curenții sunt prezentați pentru șnururi, conductoare și cabluri cu conductor PEN-(N-) sau fără el.

Tabelul 9. Coeficienții de micșorare pentru conductoare și cabluri pozate în jgheaburi

Modul de pozare	Cantitatea de conductoare și cabluri pozate		Coeficientul de micșorare pentru conductoare, care alimentează	
	monofilare/ unipolare	multifilare/ multipolare	receptoare electrice separate cu un coeficient de utilizare mai mic de 0,7	grupuri de receptoare electrice și receptoare electrice separate cu coeficientul de utilizare de 0,7 și mai mare
Multistrat și în mănunchi	-	Până la 4	1,0	-
	2	5-6	0,85	-
	3-9	7-9	0,75	-
	10-11	10-11	0,7	-
	12-14	12-14	0,65	-
	15-18	15-18	0,6	-
Un singur strat	2-4	2-4	-	0,67
	5	5	-	0,6

Tabelul 10. Coeficienții de corecție ai curentului pentru cabluri și conductoare în funcție de temperatura solului și aerului

Modul de pozare	Temperatura normată a firelor, °C	Coeficienții de corecție ai curenților pentru temperatura de calcul a mediului, °C											
		-5 și mai mic	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
În aer	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
În sol	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
În aer	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
În sol	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
În aer	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
În sol	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
În aer	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
În sol	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-
În aer	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	-

Secțiunea 4

Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri cu izolație din cauciuc sau plastic cu tensiunea mai mare de 690 V și mai mică de 3-6 kV

75. Temperatura maximă admisibilă de încălzire a cablurilor trebuie să nu depășească valorile prezentate în tabelul 2, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

76. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare și sarcină de 100% pentru cablurile cu izolație din plastic pentru tensiunea nominală mai mică de 3-6 kV trebuie să nu depășească valorile stabilite în tabelele 11-15, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare sunt stabiliți pentru pozarea unui singur cablu în următoarele condiții:

1) temperatura mediului ambiant în cazul pozării cablurilor în aer constituie +25°C, în cazul pozării în sol – este de +15°C;

2) adâncimea de pozare a cablurilor în sol constituie 0,7 m;

3) rezistența termică specifică a solului constituie 1,2 m·K/W.

77. Curenții maximi admisibili în regim de suprasarcină ai cablurilor cu izolație din PVC sau materiale din polimeri fără halogeni se determină prin produsul dintre curentul maxim admisibil în regim normal de funcționare și coeficientul 1,13 în cazul pozării cablurilor în sol și coeficientul 1,16 – în cazul pozării cablurilor în aer.

78. Curenții maximi admisibili în regim de suprasarcină ai cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată se determină prin produsul dintre curentul maxim admisibil în regim normal de funcționare și coeficientul 1,17 în cazul pozării cablurilor în sol și coeficientul 1,20 – în cazul suspendării cablurilor în aer.

Tabelul 11. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri din cupru cu izolație din PVC și materiale polimerice care nu conțin halogeni

Secțiunea cablului, mm ²	Curentul maxim admisibil al cablurilor, A					
	unipolare				multipolare**	
	curent continuu		curent alternativ*		curent alternativ	
	în aer	în sol	în aer	în sol	în aer	în sol
1,5	29	41	22	30	21	27
2,5	37	55	30	39	27	36
4	50	71	39	50	36	47
6	63	90	50	62	46	59
10	86	124	68	83	63	79
16	113	159	89	107	84	102
25	153	207	121	137	112	133
35	187	249	147	163	137	158
50	227	295	179	194	167	187
70	286	364	226	237	211	231
95	354	436	280	285	261	279
120	413	499	326	324	302	317
150	473	561	373	364	346	358
185	547	637	431	412	397	405
240	655	743	512	477	472	471
300	760	845	591	539	542	533
400	894	971	685	612	633	611

500	1054	1121	792	690	-	-
625/630	1252	1299	910	774	-	-
800	1481	1502	1030	856	-	-
1000	1718	1709	1143	933	-	-

Notă: *Pozarea în conformitate cu schema „în triunghi” apropiat;

**Pentru determinarea curenților maximi admisibili ai cablurilor cu patru conductoare cu aceeași secțiune a conductoarelor la încărcarea tuturor conductoarelor în regim echilibrat, precum și pentru cablurile cu cinci conductoare aceste valori trebuie înmulțite la coeficientul 0,93.

Tabelul 12. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri din aluminiu cu izolație din PVC și materiale polimerice care nu conțin halogeni

Secțiunea cablului, mm ²	Curentul maxim admisibil al cablurilor, A					
	unipolare				multipolare**	
	curent continuu		curent alternativ*		curent alternativ	
	în aer	în sol	în aer	în sol	în aer n	în sol
2,5	30	32	22	30	21	28
4	40	41	30	39	29	37
6	51	52	37	48	37	44
10	69	68	50	63	50	59
16	93	83	68	82	67	77
25	117	159	92	106	87	102
35	143	192	113	127	106	123
50	176	229	139	150	126	143
70	223	282	176	184	161	178
95	275	339	217	221	197	214
120	320	388	253	252	229	244
150	366	434	290	283	261	274
185	425	494	336	321	302	312
240	508	576	401	374	359	363
300	589	654	464	423	424	417
400	693	753	544	485	501	482
500	819	870	636	556	-	-
625/630	971	1007	744	633	-	-
800	1146	1162	858	713	-	-
1000	1334	1327	972	793	-	-

Notă: *Pozarea în conformitate cu schema „în triunghi” apropiat;

**Pentru determinarea curenților maximi admisibili ale cablurilor cu patru conductoare cu aceeași secțiune a conductoarelor la încărcarea tuturor conductoarelor în regim echilibrat, precum și pentru cablurile cu cinci conductoare aceste valori trebuie înmulțite la coeficientul 0,93.

Tabelul 13. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri cu izolație din PVC cu tensiunea de 6 kV

Secțiunea cablului, mm ²	Curentul maxim admisibil al cablurilor, A			
	cu conductoare din aluminiu		cu conductoare din cupru	
	în aer	în sol	în aer	în sol
10	50	55	65	70
16	65	70	85	92
25	85	90	110	122
35	105	110	135	147

50	125	130	165	175
70	155	160	210	215
95	190	195	255	260
120	220	220	300	295
150	250	250	335	335
185	290	285	385	380
240	345	335	460	445

Tabelul 14. Curentul maxim admisibil în regim normal de funcționare pentru cabluri cu conductoare din cupru și izolație din polietilenă reticulată pentru tensiunea mai mică de 3 kV

Secțiunea cablului, mm ²	Curentul maxim admisibil al cablurilor, A					
	unipolare				multipolare**	
	curent continuu		curent alternativ*		curent alternativ	
	în aer	în sol	în aer	în sol	în aer	în sol
2,5	35	48	28	33	25	31
4	46	63	36	42	34	40
6	60	82	47	54	45	52
10	76	102	59	67	56	64
16	105	136	82	89	78	86
25	139	175	108	115	104	112
35	188	228	146	147	141	144
50	230	274	180	176	172	173
70	281	325	220	208	209	205
95	356	399	279	255	265	253
120	440	478	345	306	327	304
150	514	546	403	348	381	347
185	591	614	464	392	437	391
240	685	695	538	443	504	442
300	821	812	641	515	598	515
400	956	924	739	501	688	583
500	1124	1060	860	661	-	-
625/630	1328	1223	997	746	-	-
800	1576	1416	1149	840	-	-
1000	1857	1632	1302	932	-	-

Notă: *Pozarea în conformitate cu schema „în triunghi” apropiat;

**Pentru determinarea curenților maximi admisibili ale cablurilor cu patru conductoare cu aceeași secțiune a conductoarelor la încărcarea tuturor conductoarelor în regim echilibrat, precum și pentru cablurile cu cinci conductoare aceste valori trebuie înmulțite la coeficientul 0,93.

Tabelul 15. Curentul maxim admisibil în regim normal de funcționare pentru cabluri cu conductoare din aluminiu și izolație din polietilenă reticulată pentru tensiunea mai mică de 3 kV

Secțiunea cablului, mm ²	Curentul maxim admisibil al cablurilor, A					
	unipolare				multipolare**	
	curent continuu		curent alternativ*		curent alternativ	
	în aer	în sol	în aer	în sol	în aer	în sol
2,5	35	36	26	34	24	32
4	46	46	35	44	34	42
6	59	59	43	54	43	50
10	80	77	58	71	58	67

16	108	94	79	93	78	87
25	144	176	112	114	108	112
35	176	211	138	136	134	135
50	217	251	171	161	158	157
70	276	309	216	198	203	195
95	340	371	267	237	248	233
120	399	423	313	271	290	267
150	457	474	360	304	330	299
185	531	539	419	346	382	341
240	636	629	501	403	453	397
300	738	713	580	455	538	455
400	871	822	682	523	636	527
500	1030	949	800	599	-	-
625/630	1221	1098	936	685	-	-
800	1437	1262	1081	773	-	-
1000	1676	1443	1227	862	-	-

Notă: *Pozarea în conformitate cu schema „în triunghi” apropiat;

**Pentru determinarea curenților maximi admisibili ai cablurilor cu patru conductoare cu aceeași secțiune a conductoarelor la încărcarea tuturor conductoarelor în regim echilibrat, precum și pentru cablurile cu cinci conductoare aceste valori trebuie înmulțite la coeficientul 0,93.

Secțiunea 5

Curenții maximi admisibili pentru cabluri cu izolație din hârtie impregnată

79. Temperatura maximă admisibilă a cablurilor trebuie să nu depășească valorile prezentate în tabelul 1, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

80. Curenții admisibili admisibili în regim normal de funcționare și sarcină de 100% pentru cablurile cu izolație din hârtie impregnată trebuie să nu depășească valorile stabilite în tabelele 16-22, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare sunt stabiliți pentru pozarea unui singur cablu în următoarele condiții:

1) temperatura mediului ambiant în cazul pozării cablurilor în aer constituie +25°C, în cazul pozării în sol constituie +15°C;

2) adâncimea de pozare a cablurilor în sol constituie 0,7 m;

3) rezistența termică specifică a solului constituie 1,2 m·K/W.

Tabelul 16. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri unipolare cu izolație din hârtie impregnată cu tensiunea de 1000 V în cazul pozării în sol, aer și apă

Secțiunea conductorului, mm ²	Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu	
	în sol	în aer	în sol	în aer
10	106	108	81	82
16	138	143	105	109
25	179	191	135	142
35	213	234	163	174
50	261	295	199	216
70	323	363	246	276
95	384	438	292	334

120	438	507	333	387
150	498	586	379	446
185	559	667	426	508
240	651	793	496	604
300	738	912	562	695
400	870	1100	663	838
500	987	1268	752	966
625	1124	1472	856	1122
800	1295	1729	987	1318

Notă: 1) Curenții maximi admisibili prezentați sunt pentru curent continuu;
2) Cablurile sunt pozate în plan orizontal la distanța 35-125 mm;
3) La pozarea în apă a cablurilor cu înveliș de protecție, valoarea curenților maximi admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul K=1,3.

Tabelul 17. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cablurile cu trei și patru conductoare cu izolație din hârtie impregnată cu tensiunea de 1000 V în cazul pozării în sol, aer și apă

Secțiunea conductorului, mm ²	Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu	
	în sol	în aer	în sol	în aer
6	58	53	45	40
10	78	73	60	55
16	102	97	79	72
25	134	127	102	95
35	163	157	126	118
50	200	195	153	146
70	241	247	184	180
95	287	301	219	218
120	325	348	248	261
150	365	400	281	300
185	404	451	314	342
240	455	522	359	402

Notă: 1) Curenții maximi admisibili sunt prezentați pentru curent alternativ;
2) La pozarea în apă a cablurilor cu înveliș de protecție, valoarea curenților maximi admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul K=1,3;
3) Pentru cablurile cu patru conductoare cu conductorul PEN-(N-) de o secțiune mai mică, curenții maximi admisibili nu se modifică. Curenții maximi admisibili a cablurile cu patru conductoare de aceeași secțiune în rețelele/circuitele cu patru conductoare și care sunt sub sarcină trebuie înmulțită cu coeficientul K=0,93.

Tabelul 18. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cablurile cu trei conductoare cu tensiunea de 6 kV și 10 kV cu izolație din hârtie impregnată în cazul pozării în sol, aer și apă

Secțiunea conductorului, mm ²	Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri, A							
	cu conductoare din cupru				cu conductoare din aluminiu			
	în sol		în aer		în sol		în aer	
	6 kV	10 kV	6 kV	10 kV	6 kV	10 kV	6 kV	10 kV
10	77	–	74	–	59	–	55	–
16	101	92	98	89	77	74	73	67
25	132	119	130	115	100	91	95	87

35	160	144	160	142	121	110	117	106
50	197	176	200	175	149	134	146	132
70	236	212	244	219	180	162	178	161
95	280	251	296	265	213	192	214	194
120	318	284	342	305	243	218	248	234
150	358	318	392	349	275	246	285	264
185	396	352	442	393	307	275	333	298
240	448	396	512	455	351	314	389	347

Notă: 1) Curenții maximi admisibili sunt prezentați pentru curent alternativ;

2) La pozarea în apă a cablurilor cu înveliș de protecție, valoarea curenților maximi admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul $K=1,3$;

3) Curenții de sarcină sunt dați pentru sol cu o rezistență termică specifică de $1,2 \text{ m}\cdot\text{K}/\text{W}$ (adâncimea de pozare – 0,7 m).

Tablelul 19. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cablurile cu un singur conductor cu tensiunea de 20 kV cu izolație din hârtie impregnată amenajate în aer

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru pozate		cu conductoare din aluminiu pozate	
	în plan orizontal la distanța de 35-125 mm	compact în triunghi	în plan orizontal la distanța de 35-125 mm	compact în triunghi
25	135	125	100	95
35	165	155	120	115
50	200	185	150	140
70	250	240	190	180
95	300	285	230	220
120	350	330	270	255
150	400	380	310	295
185	455	435	350	335
240	530	510	410	395
300	600	580	470	455
400	700	690	560	540

Notă: Curenții maximi admisibili prezentați sunt pentru curent alternativ.

Tablelul 20. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cablurile cu trei conductoare cu tensiunea de 20 kV cu izolație din hârtie impregnată în cazul pozării în sol, aer și apă

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu	
	în sol	în aer	în sol	în aer
25	125	120	100	95
35	150	145	115	110
50	180	175	140	135
70	220	220	170	170
95	265	265	205	205
120	300	310	235	240
150	340	350	265	270
185	380	400	300	315

Notă: 1) Curenții maximi admisibili sunt prezentați pentru curent alternativ;

2) La pozarea în apă a cablurilor cu înveliș de protecție, valoarea curenților maximi admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul $K=1,1$.

Tabelul 21. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cablurile cu un conductor cu tensiunea de 35 kV cu izolație din hârtie impregnată în cazul pozării în sol sau în aer

Secțiunea conductorului, mm ²	Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri, A					
	cu conductoare din cupru			cu conductoare din aluminiu		
	pozate în aer		pozate în sol		pozate în aer	
	în plan orizontal la distanța 35-125 mm	compact în triunghi	în plan orizontal la distanța de 35-125 mm	compact în triunghi	în plan orizontal la distanța de 35-125 mm	compact în triunghi
120	360	335	245	235	280	260
150	410	380	275	265	320	300
185	470	440	310	300	370	340
240	560	520	360	345	440	405
300	630	590	405	390	500	465
400	720	690	455	445	580	540

Notă: Curenții maximi admisibili sunt prezentați pentru curent alternativ.

Tabelul 22. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cablurile cu trei conductoare cu tensiunea de 35 kV cu izolație din hârtie impregnată în cazul pozării în sol sau aer

Secțiunea conductorului, mm ²	Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu	
	în sol	în aer	în sol	în aer
120	300	310	235	240
150	340	350	265	270

Notă: 1) Curenții maximi admisibili sunt prezentați pentru curent alternativ.

2) La pozarea cablurilor cu înveliș de protecție în apă, valoarea curenților maximi admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul $K=1,1$.

81. Pentru o rezistență termică specifică a solului care diferă de 1,2 m·K/W, la valorile curenților maximi admisibili prezentate în tabelele 16-22 și 28 trebuie aplicați coeficienții de corecție, prezentați în tabelul 23.

Tabelul 23. Coeficienții de corecție a curentului maxim admisibil în regim normal de funcționare pentru cabluri cu izolație din hârtie impregnată pozate în sol, în funcție de rezistența termică specifică a solului

Caracteristica solului	Rezistența termică specifică a solului, m·K/W	Coeficientul de corecție
Nisip cu umiditatea mai mare de 9%, sol nisipos-argilos cu umiditatea mai mare de 1%	0,80	1,05
Sol normal și nisip cu umiditatea de 7-9%, sol nisipos-argilos cu umiditatea de 12-14%	1,20	1,00
Nisip cu umiditatea mai mare de 4% și mai mică de 7%, sol nisipos-argilos cu umiditatea de 8-12%	2,00	0,87
Nisip cu umiditatea mai mică de 4%, sol stâncos	3,00	0,75

82. În cazul pozării cablurilor într-un mediu, temperatura căruia diferă de cea stabilită în pct. 80, valorile curenților maximi admisibili ai cablurilor cu izolație din hârtie impregnată trebuie înmulțite cu coeficienții de corecție prezentați în tabelul 24.

Tabelul 24. Coeficienții de corecție care asigură dependența curentului maxim admisibil în regim normal de funcționare a cablurilor cu izolație din hârtie impregnată de temperatura mediului ambiant

Tensiunea nominală a cablului, kV	Valoarea coeficientului de corecție în funcție de temperatura mediului ambiant, °C										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Pozate în aer											
1-6	1,2	1,17	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,74
10	1,24	1,2	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
20-35	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
Pozate în sol											
1-6	1,11	1,08	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,73	0,73	0,68
10	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,74	0,67	0,6
20-35	1,14	1,1	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55

83. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri singulare, pozate în țevi în sol, trebuie selectați ca și pentru cablurile pozate în aer, la temperatura egală cu temperatura solului.

84. În cazul pozării mai multor cabluri cu izolație din hârtie impregnată, inclusiv pozarea în țevi, curenții maximi admisibili trebuie micșorați prin aplicarea coeficienților stabiliți în tabelul 25. Coeficienții de corecție indicați în tabelul 25 se utilizează pentru determinarea curenților maximi admisibili în regim normal de funcționare, cu condiția ca sarcinile pentru 6, 5, 4, 3 și 2 cabluri așezate unul lângă altul într-o tranșee să depășească 53%, 56%, 62%, 67% și 82% din sarcina admisibilă a unui singur cablu. În acest caz cablurile de rezervă nu se iau în considerare.

Nu se permite pozarea mai multor cabluri în sol la o distanță între acestea mai mică de 100 mm.

Tabelul 25. Coeficienții de corecție pentru numărul de cabluri în funcțiune, pozate alăturat în sol, în țevi sau fără țevi

Distanța între cabluri D, mm	Coeficient pentru numărul de cabluri					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

85. Curenții maximi admisibili pentru cablurile, pozate în blocuri, trebuie determinați conform relației empirice:

$$I = a \cdot b \cdot c \cdot I_0,$$

unde: I_0 este curentul maxim admisibil în regim normal de funcționare pentru cabluri cu trei conductoare cu tensiunea 10 kV din cupru sau aluminiu și se stabilește conform tabelului 28;

a – coeficient, selectat conform tabelului 29, în funcție de secțiune și modul de pozare a cablului în bloc;

b – coeficient, selectat în funcție de tensiunea cablului conform tabelului 26;

c – coeficient, selectat în funcție de sarcina medie zilnică a întregului bloc conform tabelului 27.

Se permite de a poza cablurile de rezervă în canalele blocului care nu sunt numerotate dacă acestea sunt în funcțiune în momentul când cablurile de bază sunt deconectate.

Tabelul 26. Coeficient, selectat în funcție de tensiunea cablului

Tensiunea nominală a cablului, <i>kV</i>	până la 3	6	10
Coeficient <i>b</i>	1,09	1,05	1,0

Tabelul 27. Coeficient, selectat în funcție de sarcina medie zilnică a întregului bloc

Sarcina medie zilnică $S_{med.zi} / S_{nom}$	1	0,85	0,7
Coeficient <i>c</i>	1	1,07	1,16

Tabelul 28. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri cu tensiunea de 10 kV din cupru sau aluminiu cu secțiunea 95 mm² cu izolație din hârtie impregnată, pozate în blocuri

Grupa	Configurația blocurilor	Nr. canalului	Curentul pentru cablurile din, A	
			Cupru	Aluminiu
I		1	191	147
II		2	173	133
		3	167	129
III		2	154	119
IV		2	147	113
		3	138	106
V		2	143	110
		3	135	104
		4	131	101
VI		2	140	103
		3	132	102
		4	118	91
VII		2	136	105
		3	132	102

	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> </table>	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	4	119	92									
2	2																												
3	3																												
3	3																												
4	4																												
4	4																												
3	3																												
2	2																												
2	2																												
VIII	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	3	2	3				3	3				3	3				3	2	3	3	3	2	2	135	104
	2	3	3	3	2																								
	3				3																								
	3				3																								
3				3																									
2	3	3	3	2																									
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	2	3			3	3			3	2	3	3	2	3	124	96										
2	3	3	2																										
3			3																										
3			3																										
2	3	3	2																										
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	3	2	3				3	3				3	2	3	3	3	2	4	104	80						
2	3	3	3	2																									
3				3																									
3				3																									
2	3	3	3	2																									
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	2	3			3	3			3	2	3	3	2													
2	3	3	2																										
3			3																										
3			3																										
2	3	3	2																										
IX	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	2	3	4	4	3	3			3	3	4	4	3	2	3	3	2	2	135	104					
	2	3	3	2																									
	3	4	4	3																									
	3			3																									
3	4	4	3																										
2	3	3	2																										
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	2	3	4	3		3			3	2	3	3	2	3	118	91										
2	3	3	2																										
3	4	3																											
3			3																										
2	3	3	2																										
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	2	3	4	4	3	3			3	2	3	3	2	4	100	77										
2	3	3	2																										
3	4	4	3																										
3			3																										
2	3	3	2																										
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	2	3	4	3		3			3	2	3	3	2													
2	3	3	2																										
3	4	3																											
3			3																										
2	3	3	2																										
X	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	2	3	2	2	133	102										
	2	3	2																										
	3	4	3																										
	3	4	3																										
3	4	3																											
2	3	2																											
	3	116	90																										
	4	81	62																										
XI	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	2	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	2	3	3	2	2	129	99					
	2	3	3	2																									
	3	4	4	3																									
	3	4	4	3																									
3	4	4	3																										
2	3	3	2																										
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	2	3	4	4	3	3	4	4	3	2	3	3	2	3	114	88										
2	3	3	2																										
3	4	4	3																										
3	4	4	3																										
2	3	3	2																										
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	3	2	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	2	3	3	3	2	4	79	55						
2	3	3	3	2																									
3	4	4	4	3																									
3	4	4	4	3																									
2	3	3	3	2																									
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	3	3	2	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	2	3	3	3	2									
2	3	3	3	2																									
3	4	4	4	3																									
3	4	4	4	3																									
2	3	3	3	2																									

Tabelul 29. Coeficientul de corecție a datorat secțiunii cablului

Secțiunea conductorului, mm ²	Coeficient de corecție pentru numărul canalului în bloc			
	1	2	3	4
25	0,44	0,46	0,47	0,51
35	0,54	0,57	0,57	0,60
50	0,67	0,69	0,69	0,71
70	0,81	0,84	0,84	0,85
95	1,00	1,00	1,00	1,00
120	1,14	1,13	1,13	1,12
150	1,33	1,30	1,29	1,26
185	1,50	1,46	1,45	1,38
240	1,78	1,70	1,68	1,55

86. Curenții maximi admisibili pentru cablurile pozate în 2 blocuri paralele de aceeași configurație, trebuie să se micșoreze prin înmulțirea la coeficienții stabiliți în funcție de distanța între blocuri conform tabelului 30.

Tabelul 30. Coeficienții stabiliți în funcție de distanța între blocuri

Distanța între blocuri, mm	500	1000	1500	2000	2500	3000
Coeficient	0,85	0,89	0,91	0,93	0,95	0,96

87. Pentru cablurile cu tensiunea mai mică de 10 kV cu izolație din hârtie impregnată, care sunt în funcțiune la o sarcină mai mică de sarcina nominală, se permite o suprasarcină de scurtă durată, indicată în tabelul 31.

Pentru perioada de lichidare a regimului post-avarie pentru cablurile cu tensiunea mai mică de 10 kV cu izolație din hârtie se admit suprasarcini în decursul a 5 zile în limitele prezentate în tabelul 32.

Tabelul 31. Suprasarcină admisibilă de scurtă durată pentru cabluri cu tensiunea mai mică de 10 kV cu izolație din hârtie impregnată

Coeficientul de sarcină preliminară	Modul de pozare	Suprasarcina admisibilă în raport cu cea nominală în timpul, h		
		0,5	1,0	3,0
0,6	În sol	1,35	1,30	1,15
	În aer	1,25	1,15	1,10
	În țevi (în sol)	1,20	1,0	1,0
0,8	În sol	1,20	1,15	1,10
	În aer	1,15	1,10	1,05
	În țevi (în sol)	1,10	1,05	1,00

Tabelul 32. Suprasarcina admisibilă pentru perioada de lichidare a regimului de post-avarie pentru cabluri cu tensiunea mai mică de 10 kV cu izolație din hârtie impregnată

Coeficientul de sarcină preliminară	Modul de pozare	Suprasarcina admisibilă în raport cu cea nominală în timpul, h		
		1	3	6
0,6	În sol	1,5	1,35	1,25
	În aer	1,35	1,25	1,25
	În țevi (în sol)	1,30	1,20	1,15
0,8	În sol	1,35	1,25	1,20
	În aer	1,30	1,25	1,25
	În țevi (în sol)	1,20	1,15	1,10

Secțiunea 6

Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cabluri cu izolație din polietilenă reticulată (XLPE) cu tensiunea nominală mai mare de 6 kV și mai mică de 330 kV

88. Temperatura maximă admisibilă a cablurilor trebuie să nu depășească valorile prezentate în tabelul 2, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

89. Condițiile standard de pozare ale cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată la tensiunea nominală mai mică de 35 kV și mai mare de 110 kV sunt prezentate în tabelul 33. Curenții

maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru cablurile cu izolație din polietilenă reticulată nu trebuie să depășească valorile stabilite în tabelele 34-39, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

Tabelul 33. Condițiile standard de pozare ale cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată

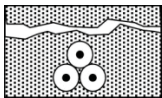
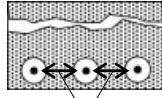
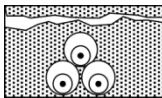
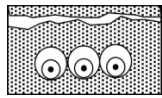
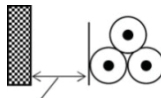
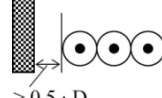
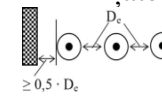
Indice	Tensiunea nominală, kV	
	mai mică de 35 kV	mai mare de 110 kV
Temperatura aerului, °C	30	30
Temperatura solului, °C	20	20
Adâncimea de pozare în sol, m	0,8	1,5
Rezistența termică specifică a solului, m·K/W	1,5	1,0
Coeficientul de încărcare	1,0	1,0
Prezența cablurilor pozate în apropiere	Lipsesc	Lipsesc
Prezența sectoarelor în țevi	Țevi din ceramică	Lipsesc
Metoda de conectare a ecranului	La ambele capete ale LEC	

Tabelul 34. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare ai cablurilor unipolare din cupru cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul maxim admisibil, A						
	Cabluri pozate nemijlocit în sol		Cabluri pozate în țevi separate în sol		Cabluri pozate în aer		
	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal apropiate	în plan orizontal distanțate
35	166	172	157	159	198	203	238
50	196	203	186	188	238	243	286
70	239	246	227	229	296	303	356
95	285	293	271	274	361	369	434
120	323	332	308	311	417	426	500
150	361	366	343	347	473	481	559
185	406	410	387	391	543	550	637
240	469	470	447	453	641	647	745
300	526	524	504	510	735	739	846
400	590	572	564	571	845	837	938
500	651	630	631	617	980	957	1056
630	724	694	702	680	1113	1077	1182
800	795	756	771	741	1255	1203	1312

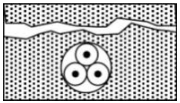
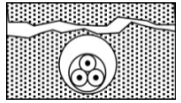
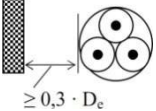
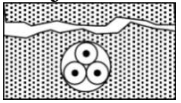
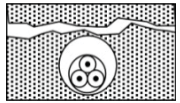
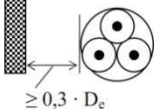
Notă: D_e – diametrul exterior al cablului.

Tabelul 35. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare ai cablurilor unipolare din aluminiu cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul maxim admisibil, A						
	Cabluri pozate nemijlocit în sol		Cabluri pozate în țevi separate în sol		Cabluri pozate în aer		
	în triunghi 	în plan orizontal  D_e	în triunghi 	în plan orizontal 	în triunghi  $\geq 0,5 \cdot D_e$	în plan orizontal apropiate  $\geq 0,5 \cdot D_e$	în plan orizontal la distanțate  $\geq 0,5 \cdot D_e$
35	129	134	122	123	154	157	185
50	152	157	144	146	184	189	222
70	186	192	176	178	230	236	278
95	221	229	210	213	280	287	338
120	252	260	240	242	324	332	391
150	281	288	267	271	368	376	440
185	317	324	303	307	424	432	504
240	367	373	351	356	502	511	593
300	414	419	397	402	577	586	677
400	470	466	451	457	673	676	769
500	526	522	505	512	786	785	881
630	593	584	569	572	907	899	1001
800	664	647	637	634	1041	1024	1132

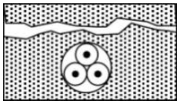
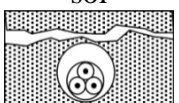
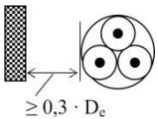
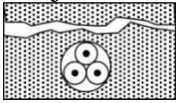
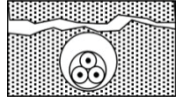
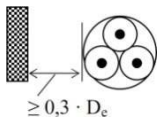
Notă: D_e – diametrul exterior al cablului.

Tabelul 36. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare ai cablurilor unipolare din aluminiu cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul maxim admisibil, A					
	Cabluri nearmate pozate			Cabluri armate pozate		
	Nemijlocit în sol 	În țevă pozată în sol 	În aer liber  $\geq 0,3 \cdot D_e$	Nemijlocit în sol 	În țevă pozată în sol 	În aer liber  $\geq 0,3 \cdot D_e$
35	153	133	170	154	134	172
50	181	158	204	181	158	205
70	221	193	253	220	194	253
95	262	231	304	263	232	307
120	298	264	351	298	264	352
150	334	297	398	332	296	397
185	377	336	455	374	335	453
240	434	390	531	431	387	529
300	489	441	606	482	435	599

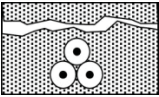
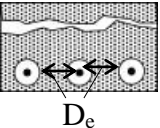
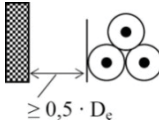
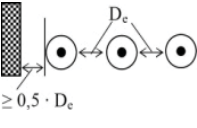
Notă: D_e – diametrul exterior al cablului.

Tabelul 37. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare ai cablurilor cu trei conductoare din aluminiu cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul maxim admisibil, A					
	Cabluri nearmate pozate			Cabluri armate pozate		
	Nemijlocit în sol 	În țeavă pozată în sol 	În aer liber 	Nemijlocit în sol 	În țeavă pozată în sol 	În aer liber 
35	119	103	132	119	104	133
50	140	122	158	140	123	159
70	171	150	196	171	150	196
95	203	179	236	204	180	238
120	232	205	273	232	206	274
150	260	231	309	259	231	309
185	294	262	355	293	262	354
240	340	305	415	338	304	415
300	384	346	475	380	343	472

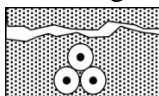
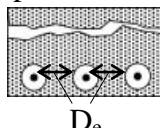
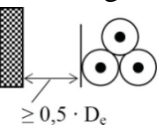
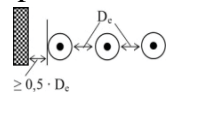
Notă: D_e – diametrul exterior al cablului.

Tabelul 38. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare ai cablurilor unipolare din cupru cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mare de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul maxim admisibil, A			
	Cabluri, pozate nemijlocit în sol		Cabluri, pozate în aer	
	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal
				
tensiunea 110 kV și 150 kV				
240	498	475	619	658
300	554	519	695	722
350	581	540	733	753
400	619	567	784	792
500	687	615	881	860
630	761	664	989	934
800	827	705	1086	987
1000	887	741	1180	1036
1200	1012	824	1476	1358
1400	1057	847	1546	1366
1600	1092	865	1602	1379
2000	1149	892	1690	1387

Notă: D_e – diametrul exterior al cablului.

Tabelul 39. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare ai cablurilor unipolare din aluminiu cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mare de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul maxim admisibil, A			
	Cabluri, pozate nemijlocit în sol		Cabluri, pozate în aer	
	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal
				
tensiunea de 110 kV și 150 kV				
240	394	388	487	533
300	440	428	549	591
400	466	450	585	624
500	497	475	626	660
630	559	524	711	730
800	627	576	810	809
1000	694	623	905	873

1200	760	668	1005	936
1400	866	746	1245	1216
1600	914	775	1319	1240
1800	955	797	1382	1265
2000	1024	834	1488	1295

Notă: D_e – diametrul exterior al cablului.

90. În cazul abaterii condițiilor de pozare ale cablului de la cele standard, curenții maximi admisibili ai cablurilor se determină prin înmulțirea valorilor stabilite în tabelele 34-39 cu coeficienții de corecție care iau în considerație:

- 1) majorarea sarcinii de încărcare în funcție de coeficientul m (fig. 1 și 2);
- 2) schema de conectare a ecranului (fig. 3 și 4);
- 3) abaterile de la condițiile standard de pozare stabilite în tabelul 33.

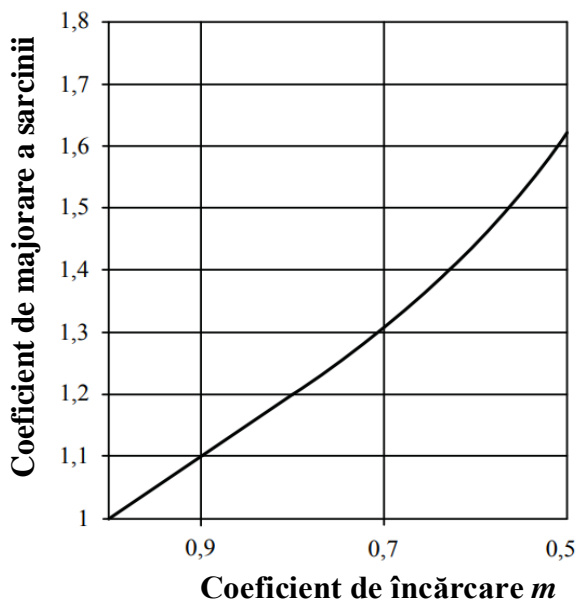


Figura 1. Coeficientul de corecție a factorului de încărcare m pentru cablurile cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

Coeficientul de încărcare m , care ia în considerare inerția termică a solului în timpul pozării cablurilor subterane, se calculează cu relația:

$$m = \frac{\sum_i S_i}{24 \cdot S_{max}}$$

unde: S_{max} este puterea maximă a celei mai încărcate zile, kVA;

S_i – puterea absorbită în ora i din ziua cea mai încărcată, kVA.

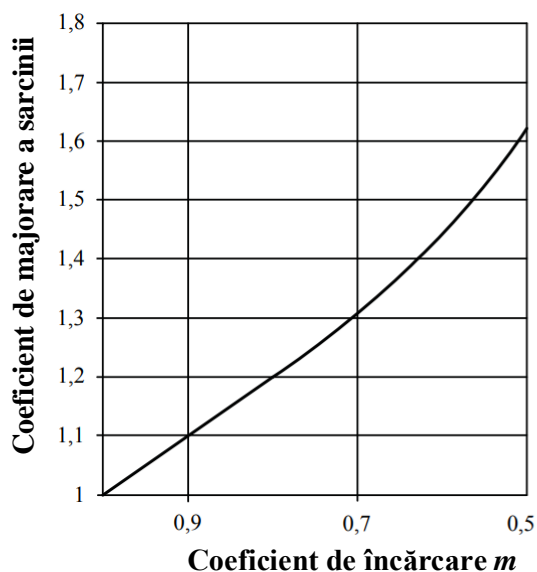


Figura 2. Coeficientul de corecție a factorului de încărcare m pentru cablurile cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mare de 110 kV

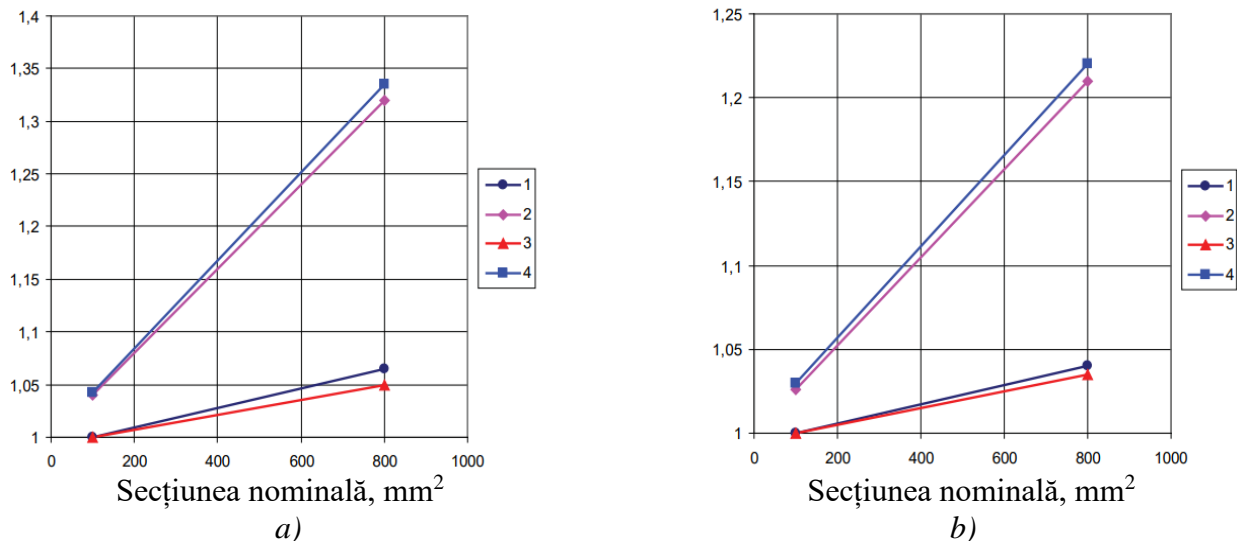
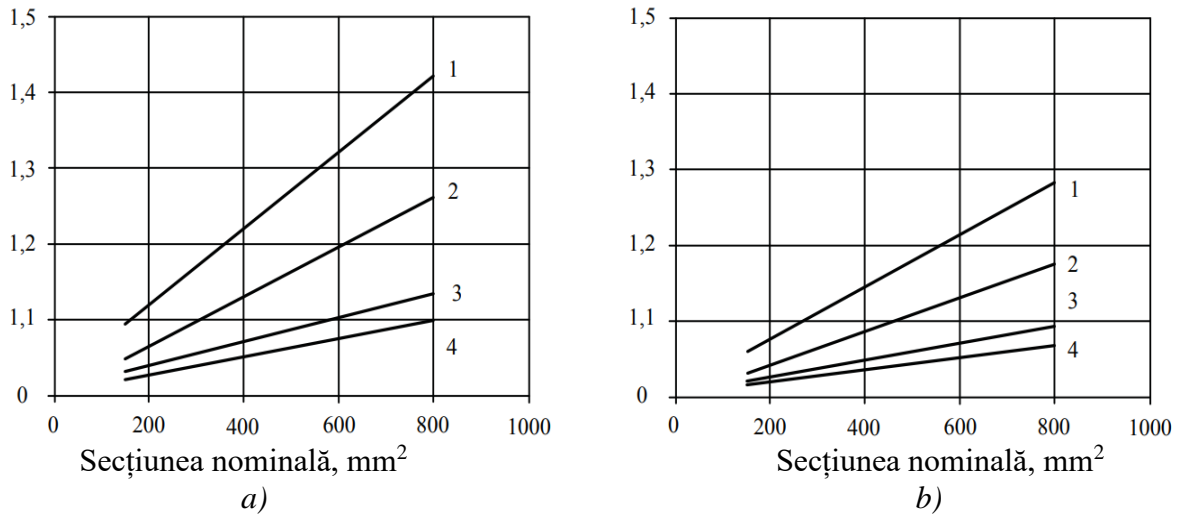


Figura 3. Coeficient de corecție pentru schema de conectare a ecranelor cablurilor cu izolație XLPE cu tensiune mai mică de 35 kV:

a – pentru cabluri cu conductoare din cupru; b – pentru cabluri cu conductoare din aluminiu;
 1 – cabluri pozate în sol în triunghi; 2 – cabluri pozate în aer în triunghi; 3 – cabluri pozate în sol în plan orizontal; 4 – cabluri pozate în aer în plan orizontal.



a – pentru cabluri cu conductoare din cupru; *b* – pentru cabluri cu conductoare din aluminiu;
 1 – cabluri pozate în sol în triunghi; 2 – cabluri pozate în aer în triunghi; 3 – cabluri pozate în sol în plan orizontal; 4 – cabluri pozate în aer în plan orizontal;

Figura 4. Coeficient de corecție pentru schema de conectare a ecranelor cablurilor cu izolație XLPE cu tensiune mai mare de 110 kV:

a – pentru cabluri cu conductoare din cupru; *b* – pentru cabluri cu conductoare din aluminiu;
 1 – cabluri pozate în sol în triunghi; 2 – cabluri pozate în aer în triunghi; 3 – cabluri pozate în sol în plan orizontal; 4 – cabluri pozate în aer în plan orizontal.

91. Cablurile cu izolație din polietilenă reticulată pozate în sol pot fi supuse la suprasarcini de scurtă durată, datorită capacității și conductivității termice a solului. Dependența duratei admisibile de suprasarcină $t_{suprasarcină}$ a cablurilor care nu sunt încălzite preliminar cu curent electric de suprasarcină I/I_{nom} sunt prezentate în figurile 5-7.

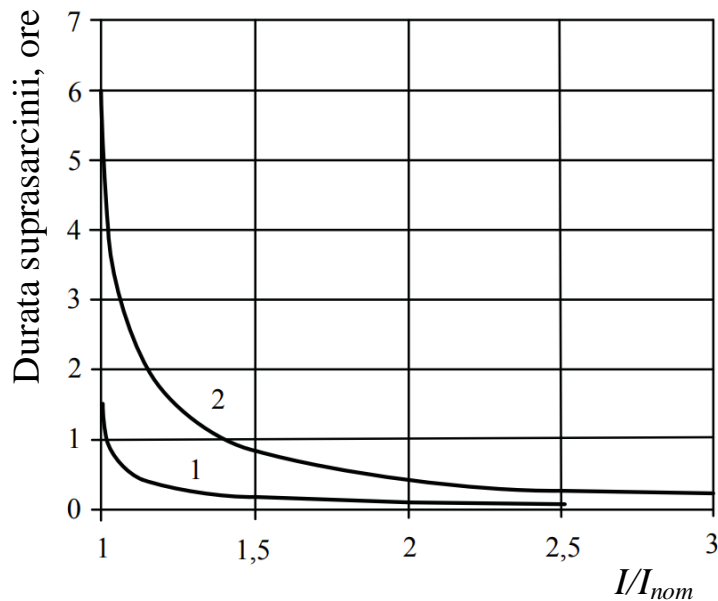


Figura 5. Durata admisibilă de suprasarcină a cablurilor unipolare cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV, inclusiv în cazul conectării fără încălzire preliminară:
 1 – pentru conductoare cu secțiunea de 35 mm²; 2 – pentru conductoare cu secțiunea de 800 mm².

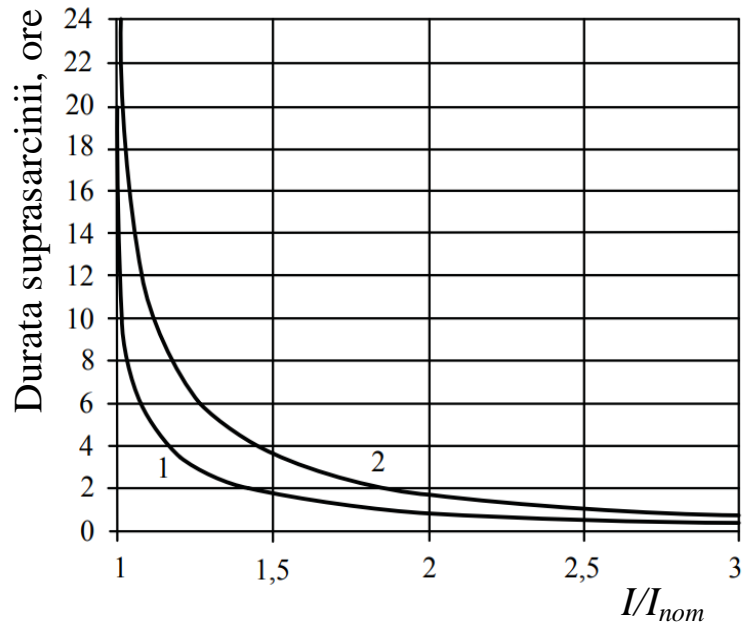


Figura 6. Durata admisibilă de suprasarcină a cablurilor cu trei conductoare cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV, inclusiv în cazul conectării fără încălzire preliminară:

1 – pentru conductoare cu secțiunea de 35 mm²; 2 – pentru conductoare cu secțiunea de 800 mm².

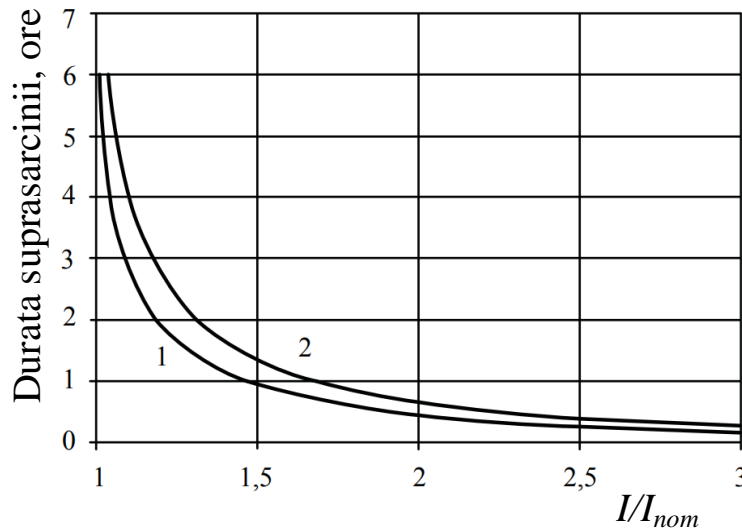


Figura 7. Durata admisibilă de suprasarcină a cablurilor unipolare cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mare de 110 kV în cazul conectării fără încălzire preliminară:

1 – pentru conductoare cu secțiunea de 240 mm²; 2 – pentru conductoare cu secțiunea de 800 mm².

Secțiunea 7

Curenții maximi admisibili pentru conductoare izolate portante și conductoare protejate

92. Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor izolate portante și conductoarelor protejate trebuie să nu depășească valorile stabilite în tabelul 2, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

93. Curenții maximi admisibili pentru conductoare izolate portante și conductoare protejate, pentru regimuri normale de funcționare și sarcină de 100%, trebuie să nu depășească valorile stabilite în tabelul 40, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

Curenții maximi admisibili sunt stabiliți pentru pozarea conductoarelor în următoarele condiții:

- 1) temperatura aerului constituie +25°C;
- 2) viteza vântului constituie 0,6 m/s;
- 3) intensitatea radiației solare este de 1000 W/m².

94. În cazul suspendării conductoarelor izolate portante și conductoarelor protejate în mediul temperatura căruia diferă de cea prevăzută în pct. 93, valorile curenților maximi admisibili trebuie înmulțite la coeficienții de corecție prezentați în tabelul 41.

Tabelul 40. Curentul maxim admisibil pentru conductoare izolate portante și conductoare protejate din aluminiu

Secțiunea conductorului, mm ²	Curentul maxim admisibil, A			
	conductoare izolate portante cu tensiunea mai mică de 1000 V cu izolație din		conductoare protejate cu izolație din polietilenă reticulată cu silanol în rețelele sau circuitele cu tensiunea	
	polietilenă termoplastică	polietilenă reticulată cu silanol	20 kV	35 kV
10	65	90	–	–
16	75	100	–	–
25	95	130	–	–
35	115	160	200	220
50	140	195	245	270
70	180	240	310	340
95	220	300	370	400
120	250	340	430	460
150	–	380	485	520
185	–	436	560	600
240	–	515	600	670

Tabelul 41. Coeficienții de corecție ai curenților maximi admisibili pentru conductoare izolate portante și conductoare protejate

Temperatura normată a conductorilor, °C	Coeficienți de corecție ai curenților pentru temperatura mediului, °C											
	-5 și mai mic	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
90	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67

Secțiunea 8
Curenții maximi admisibili pentru conductoare neizolate și bare

95. Temperaturile maxime admisibile de încălzire pentru conductoare neizolate și bare trebuie să nu depășească valorile stabilite în tabelul 3, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

96. Curenții maximi admisibili pentru conductoare neizolate și bare trebuie să nu depășească valorile stabilite în tabelele 42-48, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare. Curenții maximi admisibili sunt stabiliți pentru temperatura aerului de +25°C, fără vânt.

Tabelul 42. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare neizolate

Secțiunea nominală, mm ²	Secțiunea (aluminiu/oțel), mm ²	Curentul pentru conductoare de marca, A					
		AC, ACKC, ACK, ACKII		M	A și AKII	M	A și AKII
		în aer liber	în interior	în aer liber		în interior	
10	10/1,8	84	53	95	-	60	-
16	16/2,7	111	79	133	105	102	75
25	25/4,2	142	109	183	136	137	106
35	35/6,2	175	135	223	170	173	130
50	50/8	210	165	275	215	219	165
70	70/11	265	210	337	265	268	210
95	95/16	330	260	422	320	341	255
120	120/19	390	313	485	375	395	300
	120/27	375	-	-	-	-	-
150	150/19	450	365	570	440	465	355
	150/24	450	365	-	-	-	-
	150/34	450	-	-	-	-	-
185	185/24	520	430	650	500	540	410
	185/29	510	425	-	-	-	-
	185/43	515	-	-	-	-	-
240	240/32	605	505	760	590	685	490
	240/39	610	505	-	-	-	-
	240/56	610	-	-	-	-	-
300	300/39	710	600	880	680	740	570
	300/48	690	585	-	-	-	-
	300/66	680	-	-	-	-	-
330	330/27	730	-	-	-	-	-
400	400/22	830	713	1050	815	895	690
	400/51	825	705	-	-	-	-
	400/64	860	-	-	-	-	-
500	500/27	960	830	-	980	-	820
	500/64	945	815	-	-	-	-
600	600/72	1050	920	-	1100	-	955
700	700/86	1180	1040	-	-	-	-

Tabelul 43. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare neizolate din bronz și oțel-bronz

Conductor	Marca conductorului	Curentul*, A	Conductor	Marca conductorului	Curentul*, A
Bronz	Б-50	215	Bronz	Б-240	600
Idem	Б-70	265	Idem	Б-300	700
Idem	Б-95	330	Oțel-bronz	БС-185	515
Idem	Б-120	380	Idem	БС-240	640
Idem	Б-150	430	Idem	БС-300	750
Idem	Б-185	500	Idem	БС-400	890
-	-	-	Idem	БС-500	980

Notă: *Curenții sunt prezentați pentru bronz cu rezistența specifică $\rho_{20}=0,03 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Tabelul 44. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru conductoare neizolate din oțel

Marca conductorului	Curentul, A	Marca conductorului	Curentul, A
ПСО-3	23	ПС-25	60
ПСО-3,5	26	ПС-35	75
ПСО-4	30	ПС-50	90
ПСО-5	35	ПС-70	125
-	-	ПС-95	135

Tabelul 45. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru bare colectoare de profil rotund și tubular

Diametru, mm	Bare rotunde		Țevi de cupru		Țevi de aluminiu		Țevi de oțel				
	Curentul, A		Diametrul interior/exterior, mm	Curentul, A	Diametrul interior/exterior, mm	Curentul, A	Diametrul nominal, mm	Grosimea peretelui, mm	Diametrul exterior, mm	Curent alternativ, A	
	cupru	aluminiu								fără tăietură	cu tăietură longitudinală
6	155/155	120/120	12/15	340	13/16	295	8	2,8	13,5	75	-
7	195/195	150/150	14/18	460	17/20	345	10	2,8	17,0	90	-
8	235/235	180/180	16/20	505	18/22	425	15	3,2	21,3	118	-
10	320/320	245/245	18/22	555	27/30	500	20	3,2	26,8	145	-
12	415/415	320/320	20/24	600	26/30	575	25	4,0	33,5	180	-
14	505/505	390/390	22/26	650	25/30	640	32	4,0	42,3	220	-
15	565/565	435/435	25/30	830	36/40	765	40	4,0	48,0	255	-
16	610/615	475/475	29/34	925	35/40	850	50	4,5	60,0	320	-
18	720/725	560/560	35/40	1100	40/45	935	65	4,5	75,5	390	-
19	780/785	605/610	40/45	1200	45/50	1040	80	4,5	88,5	455	-
20	835/840	650/655	45/50	1330	50/55	1150	100	5,0	114	670	770

21	900/905	695/700	49/55	1580	54/60	1340	125	5,5	140	800	890
22	955/965	740/745	53/60	1860	64/70	1545	150	5,5	165	900	1000
25	1140/1165	885/900	62/70	2295	74/80	1770	-	-	-	-	-
27	1270/1290	980/1000	72/80	2610	72/80	2035	-	-	-	-	-
28	1325/1360	1025/1050	75/85	3070	75/85	2400	-	-	-	-	-
30	1450/1490	1120/1155	90/95	2460	90/95	1925	-	-	-	-	-
35	1770/1865	1370/1450	95/100	3060	90/100	2840	-	-	-	-	-
38	1960/2100	1510/1620	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	2080/2260	1610/1750	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	2200/2430	1700/1870	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	2380/2670	1850/2060	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notă: La numărător sunt indicate sarcinile pentru curent alternativ, la numitor – pentru curent continuu.

Tabelul 46. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru bare colectoare cu secțiunea cu profil dreptunghiular

Dimensiuni, mm	Bare din cupru				Bare din aluminiu				Bare din oțel	
	Curentul* pentru numărul de benzi pe pol sau fază, A								Dimensiuni, mm	Curentul*, A
	1	2	3	4	1	2	3	4		
15 × 3	210	–	–	–	165	–	–	–	16x2,5	55/70
20 × 3	275	–	–	–	215	–	–	–	20x2,5	60/90
25 × 3	340	–	–	–	265	–	–	–	25x2,5	75/110
30 × 4	475	–	–	–	365/370	–	–	–	20x3	65/100
40 × 4	625	–/1090	–	–	480	–/855	–	–	25x3	80/120
40 × 5	700/705	–/1250	–	–	540/545	–/965	–	–	30x3	95/140
50 × 5	860/870	–/1525	–/1895	–	665/670	–/1180	–/1470	–	40x3	125/190
100 × 5	1550/1600	2075/2705	2650/3285	–	1190/1220	1615/2100	2085/2553	–	50x3	155/230
50 × 6	955/960	–/1700	–/2145	–	740/745	–/1315	–/1655	–	60x3	185/280
60 × 6	1125/1145	1740/1990	2240/2495	–	870/880	1350/1555	1720/1940	–	70x3	215/320
80 × 6	1480/1510	2110/2630	2720/3220	–	1150/1170	1630/2055	2100/2460	–	75x3	230/345
100 × 6	1810/1875	2470/3245	3170/3940	–	1425/1455	1935/2515	2500/3040	–	80x3	245/365
60 × 8	1320/1345	2160/2485	2790/3020	–	1025/1040	1680/1840	2180/2330	–	90x3	275/410
80 × 8	1690/1755	2620/3095	3370/3850	–	1320/1355	2040/2400	2620/2975	–	100x3	305/460
100 × 8	2080/2180	3060/3810	3930/4690	–	1625/1690	2390/2945	3050/3620	–	20x4	70/115

120 × 8	2400/2600	3400/4400	4340/5600	–	1900/2040	2650/3350	3380/4250	–	22x4	75/125
40 × 10	1000/1085	1415/1850	1805/2350	–	795/850	1105/1395	1405/1770	–	25x4	85/140
50 × 10	1225/1270	2135/2270	2750/2950	–	965/985	1675/1755	2205/2265	–	30x4	100/165
60 × 10	1475/1525	2560/2725	3300/3530	–	1155/1180	2010/2110	2650/2720	–	40x4	130/220
80 × 10	1900/1990	3100/3510	3990/4450	–	1480/1540	2410/2735	3100/3440	–	50x4	165/270
100 × 10	2310/2470	3610/4325	4650/5385	5300/6060	1820/1910	2860/3350	3650/4160	4150/4400	60x4	195/325
120 × 10	2650/2950	4100/5000	5200/6250	5900/6800	2070/2300	3200/3900	4100/4860	4650/5200	70x4	225/375
60 × 12,5	1845/1905	3195/3405	–	–					80x4	260/430
80 × 12,5	2375/2490	3875/4390	–	–					90x4	290/480
100 × 12,5	2890/3090	4515/5410	–	–					100x4	325/535

Notă: *La numărător sunt indicate sarcinile pentru curent alternativ, la numitor – pentru curent continuu.

Tabelul 47. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru bare cu patru poluri cu pozarea benzilor pe laturile pătratului („pachet cav”)

Dimensiuni, mm				Secțiunea barelor cu 4 benzi, mm ²	Curentul pentru pachetul de bare, A	
h	b	h1	H		din cupru	din aluminiu
80	8	140	157	2560	5750	4550
80	10	144	160	3200	6400	5100
100	8	160	185	3200	7000	5550
100	10	164	188	4000	7700	6200
120	10	184	216	4800	9050	7300

Tabelul 48. Curenții maximi admisibili în regim normal de funcționare pentru bare cu secțiune în profil „U”

Dimensiuni, mm				Secțiunea unei bare, mm ²	Curentul pentru 2 bare, A	
a	b	c	r		din cupru	din aluminiu
75	35	4	6	520	2730	-
75	35	5,5	6	695	3250	2670
100	45	4,5	8	775	3620	2820
100	45	6	8	1010	4300	3500
125	55	6,5	10	1370	5500	4640
150	65	7	10	1785	7000	5650
175	80	8	12	2440	8550	6430
200	90	10	14	3435	9900	7550
200	90	12	16	4040	10500	8830
225	105	12,5	16	4880	12500	10300
250	115	12,5	16	5450	-	10800

97. În cazul pozării conductoarelor neizolate și barelor într-un mediu temperatura căruia diferă de cea prezentată în pct. 96, valorile curenților maximi admisibili trebuie înmulțite la coeficienții de corecție, prezenți în tabelul 49.

Tabelul 49. Coeficienții de corecție pentru curenții maximi admisibili ai conductoarelor neizolate și barelor în funcție de temperatura aerului

Modul de pozare	Temperatură a normată a conductoarelor, °C	Coeficienți de corecție ai curenților pentru temperatura de calcul a mediului, °C											
		-5 și mai mic	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
În aer	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67

98. În cazul pozării barelor colectoare cu secțiunea de profil dreptunghiular pe latura plății, curenții prezentați în tabelul 46 trebuie micșorați cu 5% pentru bare cu lățimea benzii până la 60 mm și cu 8% pentru bare cu lățimea benzii mai mare de 60 mm.

99. La alegerea barelor colectoare cu secțiune mare trebuie selectate soluții constructive economice în funcție de capacitățile de trecere, fiind reduse pierderile cauzate de efectul pelicular și efectul de proximitate, precum și cele mai bune condiții de răcire.

100. La LEA trebuie să fie utilizate conductoare multifilare și/sau funii din oțel. Secțiunea minimă a conductoarelor LEA cu tensiunea de 35-400 kV nou amenajate sau reconstruite se alege în funcție de caracteristicile de rezistență mecanică conform tabelul 50.

101. Secțiunea părții conductoare a conductoarelor din aluminiu și aliaje din aluminiu pentru LEA cu tensiunea mai mică de 10 kV se determină prin calcul. Numărul de conductoare pe faze, pentru LEA cu tensiune mai mare de 35 kV, precum și secțiunea părții conductoare a acestora, fabricate din aluminiu și aliaje din aluminiu, se stabilește în conformitate cu tabelul 51.

Utilizarea conductoarelor secțiunea cărora diferă de cea prezentată în tabelul 51, se permite numai în cazul unei argumentări tehnico-economice, inclusiv cu luarea în considerare a condițiilor de utilizare în continuare a structurilor de susținere existente a LEA care se reconstruiește.

102. La LEA noi sau care se reconstruiesc, în cazul unei argumentări tehnico-economice corespunzătoare, pot fi utilizate conductoare fabricate prin tehnologii sau materiale noi ale căror caracteristici fizice și mecanice sunt confirmate prin certificate de corespundere ale parametrilor de calitate și garantate de furnizori, inclusiv conductoare compacte de tipul AERO-Z și AFLS, HVCRC cu miez armat, cu nucleu compozit și conductoare profilate.

103. Conductoarele compacte pot fi utilizate în următoarele cazuri:

1) la trecerile mari a LEA peste râuri, porțiuni navigabile ale râurilor, rezervoare, defileuri, râpe și alte obstacole, precum și în zonele stâncoase;

2) în cazul reconstrucției LEA pentru majorarea capacității de trecere, în lipsa suprafețelor suplimentare de teren pentru stâlpi;

3) la LEA cu valori ale grosimii chiciurii caracteristice zonei 4;

4) la LEA cu valori ale presiunii vântului caracteristice zonelor 4-6, în care presiunea vântului pe timp de chiciură depășește 250 Pa indiferent de zona cu gheață.

Tabelul 50. Secțiunile minime ale conductoarelor în funcție de caracteristicile de rezistență mecanică

Caracteristica LEA	Secțiunea conductoarelor, mm ²			
	Aluminiu și aliaje din aluminiu netratate termic	Aliaje din aluminiu tratate termic	Oțel-aluminiu	Oțel
LEA fără intersecții prin zone cu depuneri de chiciură:				

- până la 2	70	50	35/6,2	35
- 3 – 4	95	50	50/8	35
- 5 și mai mare	–	70	70/11	35
Intersecții ale LEA peste râuri navigabile și structuri ingineresti în zone cu depuneri de chiciură:				
- până la 2	70	50	50/8	35
- 3 – 4	95	70	50/8	50
- 5 și mai mare	–	70	70/11	50
LEA, cu tensiunea mai mică de 10 kV, amenajate pe stâlpi cu dublu sau cu mai multe circuite	–	70	70/11	–

Notă: 1) În deschiderile LEA la intersecții cu străzile auto, liniile de troleibuz, căile ferate pentru uz necomunitar se permite utilizarea conductoarelor cu aceeași secțiune ca și pentru liniile aeriene fără treceri;
2) În zonele în care este necesară utilizarea conductoarelor cu protecție anticorozivă, secțiunile minime ale conductoarelor trebuie alese ca și pentru conductoarele LEA fără protecție anticorozivă.

Tabelul 51. Numărul și secțiunea conductoarelor pentru liniile cu tensiune mai mare de 35 kV

Tensiunea liniei, kV	Secțiunea nominală a conductorului din aluminiu, mm ²	Numărul minim de conductoare pe fază
35*	70 – 95	1
35	120	1
110**	120	1
110	240	1
330	400	2
400***	400	2

Notă: *Se aplică LEA cu tensiunea de 35 kV care sunt derivate ale liniilor magistrale existente, cu o secțiune a conductoarelor de 70-95 mm² sau care sunt prelungire a unor astfel de linii magistrale.

**Se aplică LEA cu tensiunea de 110 kV pentru alimentarea consumatorilor de energie electrică cu o putere mai mică de 20 MW sau pentru injectarea energiei electrice de către centrale electrice cu un număr de ore de utilizare a puterii instalate de până la 2500 (centrale electrice de vârf eoliene sau cu turbine cu gaz).

***Pentru cazurile când nu este prevăzută sau planificată nici o dezvoltare a liniilor electrice cu tensiunea de 400 kV.

104. În cazul în care este necesară transmiterea energiei prin conductoare supraîncălzite, valoarea maximă a curentului trebuie să fie determinată pe baza temperaturii maxime admisibile a conductoarelor și prin verificarea suplimentară a gabaritelor până la sol și până la structurile peste care trece LEA.

Secțiunea 9

Alegerea secțiunii conductoarelor conform densității economice de curent

105. Secțiunea conductoarelor trebuie verificată conform densității economice de curent. Secțiunea economică fezabilă a conductoarelor S , mm², se determină din relația:

$$S = \frac{I}{J_{ec}}$$

unde: I este curentul de calcul în ora de maxim a sistemului electroenergetic, A;

J_{ec} – valoarea normată a densității economice de curent, A/mm², pentru condiții de funcționare selectate conform tabelul 52.

Secțiunea determinată în rezultatul calculului specificat, se aproximează până la valoarea standardizată. Curentul de calcul trebuie ales pentru regimul normal de funcționare, fără a se lua în considerare majorarea curentului rețelei/circuitului în regimuri de post-avarie și de reparație.

106. În regimurile normale de funcționare, densitățile de curent ale conductoarelor neizolate ale LEA 6-330 kV, trebuie să nu depășească valorile indicate în tabelul 52.

107. Alegerea secțiunii conductoarelor liniilor electrice cu tensiunea de curent alternativ sau continuă mai mare de 330 kV, precum și liniilor de interconectare ale sistemelor electroenergetice și conductoarelor bare rigide și flexibile, care funcționează cu un număr mare de ore de utilizare a sarcinii maxime, se efectuează în baza calculului tehnico-economic.

108. Majorarea numărului de linii și circuite în raport cu condițiile determinate de alimentarea fiabilă cu energie electrică în vederea îndeplinirii condiției densității economice de curent se efectuează în baza calculului tehnico-economic. În același timp, pentru a evita o majorare a numărului de linii sau circuite, se permite majorarea valorilor normate, prevăzute în tabelul 52, de două ori.

Tabelul 52. Densitatea economică de curent

Conductoare	Densitatea economică de curent, A/mm ² , pentru numărul de ore de utilizare a sarcinii maxime pe an		
	mai mult de 1000 până la 3000	mai mult de 3000 până la 5000	mai mult de 5000
Conductoare și bare neizolate:			
cupru	2,5	2,1	1,8
aluminiu	1,3	1,1	1,0
Cabluri cu izolație din hârtie și conductoare cu izolație din cauciuc și PVC:			
cupru	3,0	2,5	2,0
aluminiu	1,6	1,4	1,2
Cabluri cu izolație din cauciuc și plastic			
cupru	3,5	3,1	2,7
aluminiu	1,9	1,7	1,6

109. Calculele tehnico-economice trebuie să includă toate investițiile într-o linie electrică suplimentară, inclusiv echipamentul și instalațiile de distribuție la ambele capete ale liniei. De asemenea, trebuie stabilită fezabilitatea majorării nivelului de tensiune a liniei.

Acestea trebuie îndeplinite și în cazul înlocuirii conductoarelor existente cu unele cu secțiune mai mare sau la amenajarea liniilor suplimentare pentru asigurarea densității economice de curent la creșterea sarcinii. La determinarea investițiilor de realizare a soluției se ia în calcul și costul total al lucrărilor de instalare și demontare a echipamentului liniei, inclusiv costul aparatelor și materialelor.

110. Nu sunt supuse verificărilor conform densității economice de curent:

1) circuitele de alimentare ale întreprinderilor, inclusiv celor industriale cu tensiunea mai mică de 1000 V cu numărul de ore de utilizare a sarcinii maxime mai mic de 4000-5000 ore;

2) derivatele spre receptoare electrice separate cu tensiunea mai mică de 1000 V, precum și rețelele de iluminat ale întreprinderilor industriale, clădirilor rezidențiale și publice;

- 3) barele colectoare ale instalațiilor electrice și barele din incinta instalațiilor electrice de distribuție închise și deschise de toate tensiunile;
- 4) conductoarele care fac legătura cu rezistoare și reostate de pornire;
- 5) rețelele/circuitele de distribuție ale construcțiilor provizorii, precum și dispozitivele cu durata de exploatare de 3-5 ani.

111. La utilizarea tabelului 52, trebuie să fie luate în calcul următoarele indicații, a se vedea inclusiv prevederile pct. 108:

- 1) la sarcina maximă pe timp de noapte, densitatea economică de curent se majorează cu 40%;
- 2) pentru conductoare izolate cu secțiunea mai mică de 16 mm² densitatea economică de curent se majorează cu 40%;
- 3) pentru liniile de aceeași secțiune cu n sarcini derivate, densitatea economică de curent la începutul liniei poate fi majorată de k_m ori, în acest caz k_m se determină cu relația:

$$k_m = \sqrt{\frac{J_1^2 L}{I_1^2 l_1 + I_2^2 l_2 + \dots + I_n^2 l_n}}$$

unde: I_1, I_2, \dots, I_n sunt sarcinile sectoarelor separate de linie;

l_1, l_2, \dots, l_n – lungimile sectoarelor separate de linie;

L – lungimea totală a liniei.

- 4) la alegerea secțiunii conductoarelor pentru alimentarea a n receptoare electrice de același tip și reciproc rezervabile, de exemplu, pompe de alimentare cu apă, unități de convertizor, dintre care m sunt în funcțiune în același timp, densitatea economică de curent poate fi majorată în raport cu valorile prezentate în tabelul 52 cu k_n ori, unde k_n este egal cu:

$$k_n = \sqrt{\frac{n}{m}}$$

112. Secțiunea conductoarelor LEA 35 kV în localități, care alimentează stațiile electrice de coborâre 35/(6)10 kV cu transformatoare de putere cu reglare a tensiunii sub sarcină, trebuie calculată conform densității economice de curent. Puterea de calcul la alegerea secțiunii conductoarelor trebuie selectată pentru perspectiva de 5 ani, calculând perioada începând cu anul punerii LEA în funcțiune. Pentru LEA 35 kV destinate rezervării în rețelele electrice de 35 kV din localități, trebuie utilizate secțiunile minime ale conductoarelor selectate conform curentului maxim admisibil, în funcție de asigurarea alimentării consumatorilor de energie electrică în regimuri de reparație și post-avarie.

113. Alegerea secțiunilor economice ale conductoarelor LEA și LEC care au prize de putere intermediare, trebuie efectuată pentru fiecare sector, reieșind din curenții de calcul corespunzători sectoarelor. Totodată, pentru sectoarele învecinate se permite să se ia aceeași secțiune a conductorului ce corespunde economic pentru sectorul cel mai lung, dacă diferența dintre secțiunile economice ale acestor sectoare este în limitele unei trepte conform listei de secțiuni standardizate. Secțiunea conductoarelor pentru derivatele cu lungimea mai mică de 1 km trebuie alese ca și pentru LEA de la care are loc derivația. Pentru lungimi ale derivatei mai mari de 1 km secțiunea economică se determină conform sarcinii admisibile a acestei derivate.

114. Pentru liniile electrice cu tensiunea de 6-10 kV, valorile densității economice de curent prezentate în tabelul 52 se permite de a fi utilizate numai în cazul când acestea nu cauzează abateri de tensiune mai mari decât cele admisibile la receptoarele electrice, cu luarea în considerare a mijloacelor utilizate de reglare a tensiunii și compensare a puterii reactive.

Secțiunea 10

Verificarea conductoarelor conform descărcărilor Corona și interferențe radio

115. La tensiunea mai mare de 35 kV, conductoarele trebuie verificate la descărcarea Corona cu luarea în calcul a valorilor medii anuale ale densității și temperaturii aerului la înălțimea amplasării instalației electrice deasupra nivelului mării, raza echivalentă a conductorului, precum și a coeficientului de rugozitate al conductoarelor.

116. Intensitatea cea mai mare a câmpului la suprafața oricăruia dintre conductoare, determinată la o tensiune medie de funcționare, trebuie să fie nu mai mare de 0,9 din intensitatea inițială a câmpului electric corespunzătoare apariției fenomenului Corona.

Adițional, conductoarele trebuie verificate pentru condițiile nivelului admisibil de interferențe radio rezultate în urma efectului Corona.

CAPITOLUL II

ALEGEREA APARATELOR ELECTRICE ȘI A CONDUCTOARELOR CONFORM CONDIȚIILOR DE SCURTCIRCUIT

Secțiunea 1

Domeniul de aplicare

117. Prevederile prezentului capitol se aplică la alegerea și utilizarea aparatelor electrice și conductoarelor în instalațiile electrice cu tensiunea de curent alternativ cu frecvența de 50 Hz conform condițiilor de scurtcircuit.

Secțiunea 2

Cerințe generale

118. Conform regimului de scurtcircuit, cu excepția pct. 120, trebuie verificate:

1) instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V:

- a) aparate electrice, conductoare bare, cabluri și alte conductoare, precum și structurile portante și de susținere;
- b) LEA pentru un curent de șoc mai mare de 50 kA pentru prevenirea atingerii conductoarelor în timpul acțiunii dinamice a curenților de scurtcircuit.

Adițional, pentru linii cu conductoare jumelate trebuie verificate distanțele dintre distanțierele conductoarelor jumelate pentru a preveni deteriorarea distanțierelor și a conductoarelor la atingere.

Conductoarele LEA dotate cu echipamente de reanclanșare automată rapidă, trebuie să fie verificate și la rezistența termică.

2) în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V – numai tablourile de distribuție, conductoarele bare și dulapurile de putere. Transformatoarele de curent conform regimului de scurtcircuit nu se verifică.

Aparatele care sunt destinate pentru deconectarea curenților de scurtcircuit sau care pot, prin condițiile lor de funcționare, să conecteze un circuit în scurtcircuit, trebuie să fie capabile să efectueze operațiunile pentru toate tipurile de curenți de scurtcircuit posibili.

119. Aparatele și conductoarele trebuie să fie rezistente la curenții de scurtcircuit, inclusiv în condițiile de calcul, fără deteriorări și deformări electrice, mecanice sau de altă natură care să împiedice funcționarea lor normală în continuare.

120. Pentru regimul de scurtcircuit la tensiuni mai mari de 1000 V nu se verifică:

1) aparatele și conductoarele protejate cu siguranțe fuzibile cu elementul fuzibil cu curentul nominal mai mic de 60 A – conform stabilității electrodinamice;

2) aparatele și conductoarele protejate cu siguranțe fuzibile indiferent de tipul lor și curentul nominal – conform stabilității termice.

Se consideră că circuitul este protejat de o siguranță fuzibilă dacă puterea de rupere a acesteia este selectată în conformitate cu cerințele prezentului Normativ și este capabilă să deconecteze cel mai mic curent de avarie posibil din acest circuit;

3) conductoarele din circuitele receptoarelor electrice separate, inclusiv din circuitele transformatoarelor de secție cu o putere totală mai mică de 2,5 MVA și o tensiune pe partea înaltă mai mică de 10 kV, dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

- a) în partea electrică sau tehnologică este prevăzut gradul necesar de rezervare reciprocă, care este realizat astfel, încât deconectarea receptoarelor electrice specificate să nu provoace întreruperea procesului tehnologic;
- b) defectarea conductorului în cazul apariției unui scurtcircuit nu poate provoca explozie sau incendiu;
- c) înlocuirea conductorului este posibilă fără dificultăți semnificative.

4) conductoarele pentru receptoarele electrice separate, menționate în sbp. 3, precum și pentru punctele de distribuție separate, dacă acestea și punctele de distribuție nu sunt importante în funcție de destinație și dacă pentru acestea este îndeplinită cel puțin condiția din sbp. 3 lit. b);

5) transformatoarele de curent în circuitele cu tensiunea mai mică de 10 kV ce alimentează transformatoarele sau liniile reactive, în cazurile în care alegerea transformatoarelor de curent conform condițiilor de scurtcircuit necesită o supradimensionare a coeficienților de transformare pentru care nu poate fi asigurată clasa de precizie necesară a dispozitivelor de măsurare conectate. Totodată, pe partea de tensiune înaltă în circuitele transformatoarelor de putere nu se permite utilizarea transformatoarelor de curent care nu sunt rezistente la curentul de scurtcircuit, iar echipamentul de evidență se recomandă de conectat la transformatoarele de curent pe partea de joasă tensiune;

6) conductoarele LEA, a se vedea pct. 118 sbp. 1) lit. b);

7) aparatele și barele conductoare ale circuitelor transformatoarelor de tensiune, în cazul amplasării acestora într-o încăpere separată sau după rezistorul suplimentar, încorporat în siguranța fuzibilă sau instalat separat.

121. La selectarea schemei de calcul pentru determinarea curenților de scurtcircuit, trebuie să se ia în considerare condițiile de funcționare pe termen lung prevăzute pentru instalația electrică și trebuie să nu se ia în considerare modificările pe termen scurt ale schemei instalației care nu sunt prevăzute pentru exploatare pe termen lung. Regimurile de funcționare de post-avarie și de reparație a instalației electrice nu se atribuie la modificările pe termen scurt ale schemei.

Schema de calcul trebuie să ia în considerare perspectivele de dezvoltare ale rețelelor externe și a surselor de generare, la care este conectată electric instalația în cauză, pentru cel puțin 5 ani de la data planificată a punerii în funcțiune a acesteia.

În acest caz, se permite să se calculeze curenții de scurtcircuit pentru momentul apropiat de cel inițial al scurtcircuitului.

122. În calitate de curent de scurtcircuit de calcul trebuie luat:

1) pentru determinarea stabilității electrodinamice a aparatelor și barelor rigide cu structurile portante și de susținere – scurtcircuitul trifazat;

2) pentru determinarea stabilității termice a aparatelor și a conductoarelor - scurtcircuitul trifazat. La tensiunea de generare a centralei electrice – scurtcircuitul trifazat sau bifazat, în funcție de încălzirea cea mai mare;

3) pentru alegerea aparatelor conform capacității de comutație – după valoarea cea mai mare stabilită în cazul scurtcircuitului trifazat și monofazat cu punere la pământ. Dacă întrerupătorul este caracterizat de două valori ale capacității de comutație – scurtcircuitul trifazat și monofazat, respectiv pentru ambele valori.

123. Curentul de scurtcircuit de calcul trebuie determinat, reieșind din condițiile de deteriorare în punctul circuitului analizat pentru care în caz de scurtcircuit aparatele și conductoarele acestui circuit se află în cele mai grele condiții, cu excepția pct. 124 și 137 alin. 3). Se permite de a nu lua în calcul cazurile de punere la pământ simultane a fazelor distincte în două puncte diferite ale schemei.

124. Pentru liniile reactive din instalațiile de distribuție de tip închis, conductoarele și aparatele situate până la bobina de reactanță și separate de barele colectoare prin rafturi sau alte elemente de separare, planșouri, se selectează în funcție de curentul de după bobina de reactanță, dacă acesta este situat în aceeași clădire și conexiunea este realizată prin bare.

Derivatele de la barele colectoare până la rafturile de separare și izolatoarele de trecere trebuie selectate reieșind din curentul de scurtcircuit până la bobina de reactanță.

125. La calculul stabilității termice, în calitate de valoare de timp de calcul trebuie luată suma duratelor de timp obținută prin sumarea timpului de funcționare a protecției principale instalată la întrerupătorul cel mai apropiat de punctul de scurtcircuit și a timpului total de deconectare a acestui întrerupător, inclusiv timpul de ardere a arcului electric.

În cazul în care există o zonă de insensibilitate a protecției principale, stabilitatea termică trebuie verificată suplimentar reieșind din timpul de acționare a protecției care reacționează la defect în această zonă, plus timpul total de deconectare a întrerupătorului. În acest caz, în calitate de curent de scurtcircuit de calcul trebuie luată valoarea acestuia care corespunde locației defectului.

126. Echipamentul și barele conductoare utilizate în circuitele generatoarelor cu puterea mai mare de 60 MW, precum și în circuitele blocurilor generator - transformator de aceeași putere, trebuie să fie încercate la stabilitate termică reieșind din timpul de trecere a curentului de scurtcircuit de 4 sec.

Secțiunea 3

Determinarea curenților de scurtcircuit pentru alegerea aparatelor și conductoarelor

127. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mică și mai mare de 1000 V la determinarea curenților de scurtcircuit pentru alegerea aparatelor și conductoarelor și stabilirea acțiunii asupra structurilor portante trebuie să se țină cont de următoarele:

1) toate sursele implicate în alimentarea punctului de scurtcircuit în cauză funcționează simultan cu sarcina nominală;

2) toate mașinile sincrone au reglatoare automate de tensiune și dispozitive de forțare a excitației;

3) scurtcircuitul se produce în momentul de timp în care curentul de scurtcircuit are valoarea cea mai mare;

4) forțele electromotoare ale tuturor surselor de alimentare coincid după faze;

5) tensiunea de calcul a fiecărei trepte se ia cu 5% mai mare decât tensiunea nominală a rețelei/circuitului;

6) curenții de scurtcircuit sunt influențați de compensatoarele sincrone, motoarele electrice sincrone și asincrone conectate la rețeaua/circuitul respectiv. Influența motoarelor asincrone asupra curenților de scurtcircuit nu se ia în considerație pentru puteri ale motoarelor mai mici de 100 kW per unitate dacă motoarele electrice sunt separate de locul scurtcircuitului printr-o singură treaptă de transformare, precum și pentru orice putere, dacă sunt separate de locul de scurtcircuit prin două sau mai multe trepte de transformare sau dacă curentul de la acestea poate circula spre locul de scurtcircuit numai prin elementele prin care trece curentul principal de scurtcircuit din rețea/circuit și care au o rezistență semnificativă.

128. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V, în calitate de rezistențe de calcul trebuie să se ia reactanțele inductive ale mașinilor electrice, ale transformatoarelor de putere și ale autotransformatoarelor, ale bobinelor de reactanță, ale LEA și ale LEC, precum și ale conductoarelor

bare. Rezistența activă trebuie luată în considerare numai pentru LEA cu conductoare din oțel, precum și pentru rețelele/circuitele lungi de cabluri, cu secțiuni mici.

129. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, în calitate de rezistențe de calcul trebuie să se ia reactanțele inductive și rezistențele active ale tuturor elementelor circuitului, inclusiv rezistențele active ale contactelor de trecere ale circuitului. Se permite omiterea rezistențelor de un tip (active sau inductive), dacă în acest caz rezistența totală a circuitului se micșorează nu mai mult de 10%.

130. În cazul alimentării rețelelor sau circuitelor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V de la transformatoare de coborâre, la calculul curenților de scurtcircuit trebuie să se țină cont de condiția că tensiunea la transformator este constantă și egală cu tensiunea nominală a acestuia.

131. Elementele circuitului protejat cu siguranțe fuzibile cu acțiune limitatoare de curent, trebuie verificate la stabilitate electrodinamică pentru cea mai mare valoare instantanee a curentului de scurtcircuit ce trece prin siguranță.

Secțiunea 4

Alegerea conductoarelor și izolatoarelor. Verificarea structurilor portante pentru condiții de acțiune dinamică a curenților de scurtcircuit

132. Forțele care acționează asupra barelor rigide și care sunt transmise de către acestea izolatoarelor și structurilor de susținere trebuie calculate pentru cea mai mare valoare instantanee a curentului de scurtcircuit trifazat i_y cu luarea în considerare a defazajului între curenții fazelor și fără luarea în considerare a oscilațiilor mecanice ale structurilor barelor colectoare. În cazuri particulare cum ar fi la tensiuni mecanice limită de calcul, pot fi luate în calcul oscilațiile mecanice ale barelor conductoare și ale structurilor de susținere.

133. Impulsurile de putere ce acționează asupra conductoarelor flexibile și izolatoarelor de susținere ale acestora, ieșirilor și construcțiilor, se calculează conform curentului de scurtcircuit bifazat mediu pătratic între fazele învecinate. În cazul conductoarelor jumelate și a barelor colectoare flexibile, interacțiunea curenților de scurtcircuit în conductoarele aceleiași faze se determină conform valorii efective a curentului de scurtcircuit trifazat.

Conductoarele-bare flexibile trebuie verificate la posibilitatea de coliziune în cazul pendulării asincrone.

134. Forțele mecanice stabilite prin calcul în conformitate cu pct. 132 și pct. 133, care la scurtcircuit sunt transmise de barele conductoare rigide izolatoarelor singulare de susținere și de trecere, trebuie să nu depășească 60% din valorile de garanție corespunzătoare celei mai mici forțe distructive. Iar în cazul izolatoarelor de susținere duble – nu mai mult de 100% din forța distructivă a unui singur izolator.

135. În cazul utilizării barelor cu profiluri complexe (bare cu mai multe benzi, bare cu două profiluri „U”), tensiunile mecanice se stabilesc ca suma aritmetică a tensiunilor rezultate din interacțiunea fazelor și din interacțiunea elementelor fiecărei bare între ele.

Cele mai mari tensiuni mecanice în materialul barelor rigide trebuie să nu depășească 0,7 din rezistența temporară la rupere.

Secțiunea 5

Alegerea conductoarelor în funcție de condițiile de încălzire la scurtcircuit

136. Temperatura de încălzire a conductoarelor în timpul scurtcircuitului trebuie să fie nu mai mare de valorile maxim admisibile prezentate în tabelul 53.

Tabloul 53. Valorile maxime admisibile ale temperaturii de încălzire a conductoarelor în timpul scurtcircuitului, °C

Bare:	cupru	300
	aluminiiu	200
	oțel, nu au conexiune directă cu aparatele	400
	oțel, cu conexiune nemijlocită la aparate	300
Cabluri cu izolație din hârtie impregnată pentru tensiune, kV:	mai mică de 10	200
	20-220	125
Cabluri și conductoare izolate din cupru și aluminiiu și izolație:	PVC și cauciuc	150
	polietilenă	120
Conductoare neizolate din cupru la întindere, N/mm ² :	mai mic de 20	250
	20 și mai mare	200
Conductoare neizolate din aluminiiu la întindere, N/mm ² :	mai mic de 10	200
	10 și mai mare	160
	Partea din aluminiiu a conductoarelor de oțel-aluminiiu	200

137. Verificarea cablurilor la încălzire prin curenții de scurtcircuit, în cazurile prevăzute în pct. 118 și 120, trebuie efectuată pentru:

- 1) cabluri singulare de aceeași lungime de fabricație, reieșind din scurtcircuitul la începutul cablului;
- 2) cabluri singulare cu secțiuni în trepte pe lungime, reieșind din scurtcircuitul la începutul fiecărui sector a noii secțiuni;
- 3) fascicule din două sau mai multe cabluri paralele, reieșind din scurtcircuitul nemijlocit după fascicul, conform curentului de scurtcircuit de trecere.

138. La verificarea stabilității termice a aparatelor și conductoarelor liniilor echipate cu dispozitive de reanclanșare automată rapidă, trebuie să se în calcul creșterea încălzirii datorită majorării duratei sumare de trecere a curentului de scurtcircuit prin astfel de linii.

Conductoarele jumelate ale LEA la verificarea la încălzire în condiții de scurtcircuit sunt considerate ca un singur conductor cu secțiune sumară.

Secțiunea 6

Alegerea aparatelor conform proprietății de comutație

139. Întrerupătoarele cu tensiunea mai mare de 1000 V trebuie selectate:

- 1) conform proprietății de deconectare cu luarea în considerare a parametrilor tensiunii de restabilire;
- 2) conform proprietății de conectare. În acest caz, întrerupătoarele generatoarelor instalate pe partea tensiunii de generare se verifică numai pentru conexiunea asincronă în condiții de contra-fază.

140. Siguranțele fuzibile trebuie selectate în funcție de capacitatea nominală de rupere. În acest caz, în calitate de curent de calcul trebuie luată valoarea efectivă a componentei periodice a curentului inițial de scurtcircuit, fără a lua în considerare proprietatea siguranțelor de limitare a curentului.

141. Separatoarele de sarcină și scurtcircuitoarele trebuie selectate în funcție de curenții maximi admisibili care rezultă la conectarea în scurtcircuit.

142. Separatoarele nu trebuie verificate la proprietatea de comutare la scurtcircuit. În cazul utilizării separatoarelor pentru conectarea-deconectarea liniilor neîncărcate, a transformatoarelor neîncărcate sau a curenților de egalizare a circuitelor paralele, separatoarele trebuie verificate pentru un astfel de regim de conectare-deconectare.

TITLUL III MĂSURAREA ENERGIEI ȘI MĂRIMILOR ELECTRICE

CAPITOLUL I MĂSURAREA ENERGIEI ELECTRICE

Secțiunea 1

Amenajarea contoarelor și conductoarelor electrice de conectare a acestora

143. Contoarele de energie electrică trebuie să se amenajeze în încăperi închise cu condiții climaterice conform indicațiilor uzinei producătoare, în locuri ușor accesibile pentru întreținere și protejate de acțiunea factorilor periculoși cum sunt fluctuațiile semnificative ale temperaturii aerului, umiditatea sporită, praful, mediul chimic agresiv, vibrațiile, acțiunile mecanice, câmpul electromagnetic.

144. La instalarea contoarelor de energie electrică pentru evidența comercială trebuie să fie respectate prevederile Regulamentului privind măsurarea energiei electrice în scopuri comerciale, aprobat prin Hotărârea Consiliului de administrație al ANRE nr. 74/2022.

145. Se admite amplasarea contoarelor de energie electrică în încăperi neîncălzite și în coridoarele instalațiilor de distribuție ale centralelor electrice și stațiilor de transformare, precum și în tablouri de distribuție amenajate în exterior. În cazul amplasării contoarelor în tablouri de distribuție amenajate în exterior este necesară asigurarea regimului de temperaturi în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare.

146. Contoarele conexiunilor cu tensiunea mai mare de 35 kV trebuie amenajate în tablouri separate, securizat împotriva accesului persoanelor obișnuite.

Echipamentele de transmitere a datelor și de integrare în sistemele de monitorizare și control a conexiunilor cu tensiunea mai mare de 35 kV pot fi amenajate în tablouri separate, protejate de accesul persoanelor obișnuite.

147. Contoarele de energie electrică trebuie să fie amenajate în tablouri de distribuție, cutii, celule a instalațiilor de distribuție, nișe sau pe pereți cu construcții rigide.

Înălțimea de la podea sau suprafața solului până la cutia cu cleme a contorului pentru evidența comercială a energiei electrice trebuie să fie cuprinsă între 1,3-1,7 m. Pentru contoarele de control înălțimea de la podea până la cutia cu cleme se admite de a fi cuprinsă între 0,8-1,7 m.

148. În locurile în care există pericolul deteriorării mecanice a contoarelor sau expunerea acestora altor factori periculoși, precum și în locurile accesibile pentru persoane obișnuite, contoarele trebuie să fie amenajate în cutii dotate cu mecanisme de încuiere și cu fereastră de vizualizare a ecranului de afișare.

Cutii similare trebuie să fie instalate și la amenajarea comună a contoarelor și transformatoarelor de curent sau echipamentelor de transmitere a datelor, în cazul amenajării echipamentului de evidență a energiei electrice pe partea de joasă tensiune.

149. Construcția și dimensiunile tablourilor, cutiilor sau nișelor trebuie să asigure accesul comod la clemele contoarelor și transformatoarelor de curent. Construcția elementelor de fixare a contorului trebuie să asigure posibilitatea montării și demontării acestuia din partea frontală.

150. Transformatoarele de curent la tensiunea mai mică de 1000 V, destinate pentru conectarea contoarelor pentru evidența comercială a energiei electrice, trebuie să fie amenajate pe bare în așa

mod, încât distanța de la capacul clemelor de conexiune, care se sigilează, până la elementele constructive ale cutiei sau tabloului să fie nu mai mică de 150 mm.

151. Circuitele de conectare ale contoarelor și transformatoarelor de măsurare trebuie să corespundă cerințelor stabilite pentru conductoarele electrice și conductoarele circuitelor secundare.

152. La amenajarea conductoarelor electrice ale contoarelor pentru evidența comercială a energiei electrice și transformatoarelor de măsurare ale acestora nu se admite efectuarea conexiunilor intermediare sau prin lipire.

153. Secțiunea conductoarelor electrice conectate la contoare trebuie să fie stabilită în conformitate cu următoarele cerințe:

1) conductoarele cablurilor de control pentru conectarea sub bulon la clemele panourilor și aparatelor trebuie să aibă secțiunea nu mai mică de $1,5 \text{ mm}^2$, iar în cazul utilizării clemelor speciale – nu mai mică de $1,0 \text{ mm}^2$ pentru conductoare din cupru și nu mai mică de $2,5 \text{ mm}^2$ pentru conductoare din aluminiu. În cazul circuitelor de curent – $2,5 \text{ mm}^2$ pentru conductoare din cupru și 4 mm^2 pentru conductoare din aluminiu. Pentru circuitele secundare și circuitele de control și semnalizare se permite conexiunea cablurilor cu conductoare din cupru cu secțiunea nu mai mică de 1 mm^2 ;

2) în circuitele cu tensiunea de lucru mai mare de 100 V, secțiunea conductoarelor din cupru, conectate prin lipire trebuie să fie nu mai mică de $0,5 \text{ mm}^2$;

3) în circuitele cu tensiunea de lucru mai mică de 60 V, diametrul conductoarelor din cupru conectate prin lipire trebuie să fie nu mai mic de 0,5 mm. În instalațiile de comunicații electronice și telemecanică circuitele de linie trebuie conectate la borne cu bulon.

Conexiunea conductoarelor monofilare, cu bulon sau prin lipire, se permite de a realiza numai la elementele fixe ale echipamentului. Conexiunea conductoarelor la elementele mobile sau detașabile ale echipamentului, precum și la panourile și aparatele supuse vibrațiilor, trebuie realizată prin conductoare flexibile multifasciculate.

Conform condițiilor de rezistență mecanică, secțiunea firelor din cupru ale conductoarelor electrice care se conectează sub bulon la clemele contoarelor pentru evidența comercială a energiei electrice, transformatoarelor de măsură și ansamblurilor de conexiuni trebuie să fie nu mai mică de $2,5 \text{ mm}^2$.

154. La amenajarea conductoarelor electrice pentru conectarea directă a contoarelor sau prin intermediul transformatoarelor de măsurare, în nemijlocita apropiere de contoare trebuie de prevăzute porțiuni de rezervă de conductor cu o lungime nu mai mică de 120 mm. Conductorul neutru pe o porțiune cu lungimea de 100 mm până la contor trebuie să fie marcat prin culoare sau semn distinctiv special.

155. La amenajarea, înlocuirea și verificarea în condiții de securitate a contoarelor pentru evidența comercială a energiei electrice cu conectare directă, trebuie să fie prevăzută posibilitatea deconectării contorului prin intermediul dispozitivelor de comutație sau siguranțelor fuzibile instalate până la acesta la o distanță nu mai mare de 10 m. Scoaterea tensiunii trebuie să se efectueze concomitent de pe toate fazele conectate la contor.

156. La amenajarea, înlocuirea și verificarea în securitate a contoarelor pentru evidența comercială a energiei electrice cu conectare prin intermediul transformatoarelor de măsură trebuie să fie prevăzută posibilitatea deconectării contorului prin intermediul ansamblului de conexiuni instalat sub contor la o distanță nu mai mare de 0,5 m, care asigură scurtcircuitarea înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de curent și deconectarea circuitelor secundare de curent și de tensiune.

157. Legarea la priza de pământ (legarea la neutrul sursei) a contoarelor și transformatoarelor de curent trebuie efectuată în conformitate cu cerințele Titlului IV. Conductoarele de legare la pământ și conductoarele neutre de protecție de la contoare și transformatoarele de curent cu tensiunea mai mică de 1000 V până la cel mai apropiat ansamblu de conexiuni trebuie să fie din cupru.

158. În cazul prezenței mai multor conexiuni dotate cu echipamente de evidență a energiei electrice, pe cutiile sau tablourile contoarelor electrice trebuie să fie aplicate inscripții cu denumirea conexiunilor.

Secțiunea 2

Măsurarea de control a energiei electrice

159. La centralele electrice, contoarele de control trebuie să fie instalate în sistemele serviciilor proprii pentru asigurarea posibilității determinării indicatorilor tehnico-economici. Contoarele de energie electrică activă trebuie instalate pe conexiunile motoarelor electrice care se alimentează de la barele instalației de distribuție la tensiunea primară, mai mare de 1000 V, a sistemului serviciilor proprii și în circuitele tuturor transformatoarelor de putere care se alimentează de la aceste bare.

160. La centralele electrice cu colector de abur comun, pe partea tensiunii de generare a transformatoarelor de ridicare, trebuie să fie prevăzută posibilitatea tehnică de instalare a contoarelor de control tehnic a energiei electrice active, utilizate pentru verificarea funcționării corecte a contoarelor pentru evidența comercială a energiei electrice la generatoare.

161. La stațiile de transformare cu tensiunea nominală primară mai mare de 35 kV, contoarele de energie electrică activă trebuie instalate pe partea de medie și joasă tensiune a transformatoarelor de putere și la fiecare linie electrică de plecare cu tensiunea mai mare de 6 kV.

162. Contoarele de control a energiei electrice reactive trebuie instalate pe partea de medie și joasă tensiune a transformatoarelor de putere din cadrul stațiilor de transformare cu tensiunea nominală mai mare de 35 kV.

163. La întreprinderi, pentru monitorizarea consumului de energie electrică separat pentru secții, linii tehnologice, receptoare electrice energofage, precum și pentru determinarea consumului specific de energie electrică per unitate de produs, contoare de control trebuie să fie instalate:

1) pe fidelele de alimentare cu energie electrică, dacă contorul pentru evidența comercială a energiei electrice este instalat la centrala electrică sau stația de transformare a operatorului de sistem;

2) pe liniile electrice ce alimentează posturile de transformare din posesia întreprinderii și pe liniile ce alimentează receptoarele electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V;

3) pe partea de joasă tensiune a posturilor de transformare din posesia întreprinderii și pe liniile de plecare cu tensiunea mai mică de 1000 V.

164. Contoarele de control și transformatoarele de măsură instalate la consumatorii finali trebuie să se afle în posesia acestora și să corespundă cerințelor Regulamentului privind măsurarea energiei electrice în scopuri comerciale, aprobat prin Hotărârea Consiliului de administrație al ANRE nr. 74/2022.

165. Clasa de precizie admisibilă a contoarelor de control a energiei electrice active și reactive se stabilește în conformitate cu prevederile Regulamentului privind măsurarea energiei electrice în scopuri comerciale, aprobat prin Hotărârea Consiliului de administrație al ANRE nr. 74/2022.

CAPITOLUL II

MĂSURAREA MĂRIMILOR ELECTRICE

Secțiunea 1

Domeniul de aplicare

166. Prezentul capitol se aplică asupra măsurărilor de mărimi electrice efectuate cu mijloace staționare de indicare, înregistrare și fixare.

Prezentul capitol nu se aplică la măsurările realizate de laboratoarele electrotehnice și asupra măsurărilor efectuate cu aparate portabile.

167. Măsurarea mărimilor neelectrice, precum și măsurările altor mărimi electrice nereglementate de Normativ, necesare în legătură cu particularitățile procesului tehnologic sau ale echipamentului de bază, se efectuează în baza instrucțiunilor uzinei producătoare.

Secțiunea 2 **Cerințe generale**

168. Mijloacele de măsurare a mărimilor electrice trebuie să corespundă următoarelor cerințe de bază:

1) clasa de precizie a aparatelor de măsurare trebuie să fie nu mai mică de 0,5. Pentru aparate de măsurare de tablouri utilizate la măsurarea continuă clasa de precizie trebuie să fie nu mai mică de 1,5. Se permite utilizarea aparatelor de măsurare de tablou cu clasa de precizie de 2,5, dacă acestea nu sunt utilizate pentru monitorizarea continuă de funcționare a echipamentului procesului tehnologic;

2) clasele de precizie ale șunturilor de măsurare, rezistențelor suplimentare, transformatoarelor și convertoarelor de măsurare trebuie să fie nu mai mici de cele indicate în tabelul 54;

3) limitele de măsurare ale aparatelor trebuie selectate ținând cont de cele mai mari abateri posibile ale mărimilor măsurate de la valorile nominale;

4) aparatele de măsurare, care alimentează cu energie electrică numai de la o sursă de energie independentă exterioară trebuie să fie echipate cu sistem de semnalizare cu privire la întreruperea acestei alimentări.

169. Instalarea aparatelor de măsurare trebuie să fie efectuată în punctele din care se efectuează controlul și comanda.

Tabelul 54. Clasele de precizie ale mijloacelor de măsurare

Clasele de precizie				
Nr. d/o	Aparatului	Șuntului, rezistorului suplimentar	Convertorului de măsurare	Transformatorului de măsurare
1.	0,5	0,2	0,2	0,2*
2.	1,0	0,5	0,5	0,5
3.	1,5	0,5	0,5**	0,5
4.	2,5	0,5	1,0	1,0

Notă: *Se admite 0,5;

**Se admite 1,0.

170. La stațiile electrice și centralele hidroelectrice fără personal de serviciu permanent, se permite de a nu instala aparate indicatoare staționare. În acest caz trebuie prevăzute locuri pentru conectarea aparatelor portabile de către personal special instruit.

171. Măsurările pe liniile electrice cu tensiunea mai mare de 330 kV, precum și la generatoare și transformatoare, trebuie efectuate în continuu.

172. La generatoare, transformatoare și centrale hidroelectrice este permisă efectuarea periodică a măsurătorilor folosind mijloace de control centralizate.

Se permite efectuarea măsurărilor tip „la cerere” la un set de aparate indicatoare comun pentru mai multe conexiuni, cu excepția celor indicate în primul aliniat, precum și utilizarea altor mijloace de control centralizat.

173. La instalarea aparatelor de înregistrare în bucla operațională a punctului de dirijare, se permite să nu fie instalate aparate indicatoare pentru măsurarea neîntreruptă a aceluiași valori.

Secțiunea 3

Măsurarea curentului

174. Măsurarea curentului trebuie să se efectueze în circuitele tuturor tensiunilor unde acestea sunt necesare pentru controlul sistematic al procesului sau al echipamentului.

175. Măsurarea curentului continuu trebuie efectuată în circuitele:

- 1) generatoarelor de curent continuu și convertizoarelor de putere;
- 2) bateriilor de acumulare, dispozitivelor de încărcare, reîncărcare și descărcare;
- 3) de excitație a generatoarelor sincrone, compensatoarelor, precum și a motoarelor electrice cu excitație reglabilă.

Ampermetrele de curent continuu trebuie să aibă scara în două direcții, dacă este posibilă inversarea curentului.

176. În circuitele de curent alternativ trifazat trebuie măsurat curentul unei singure faze. Măsurarea curentului fiecărei faze trebuie efectuată:

- 1) pentru turbogeneratoare sincrone cu o putere mai mare de 12 MW;
- 2) pentru liniile electrice cu dirijare pe fiecare fază, liniile cu compensare longitudinală și liniile pentru care este prevăzută posibilitatea de funcționare pe termen lung în regim de fază incompletă. În cazuri justificate, poate fi posibilă măsurarea curentului fiecărei faze a liniilor electrice cu tensiunea mai mare de 330 kV cu dirijare trifazată;
- 3) pentru cuptoarele cu arc electric.

Secțiunea 4

Măsurarea tensiunii

177. Măsurarea tensiunii trebuie să se efectueze:

1) pe secțiile barelor colectoare de curent continuu și alternativ, care pot funcționa separat. Se permite instalarea unui singur aparat cu comutare la mai multe puncte de măsurare.

La stațiile electrice se permite măsurarea tensiunii numai pe partea de joasă tensiune, dacă instalarea transformatoarelor de tensiune pe partea de tensiune superioară nu este necesară în alte scopuri;

2) în circuitele generatoarelor de curent continuu și alternativ, compensatoarelor sincrone și în unele cazuri în circuitele echipamentului cu destinație specială.

În cazul pornirii automatizate a generatoarelor sau a altor agregate, nu este necesară instalarea obligatorie a aparatelor de măsurare continuă a tensiunii;

3) în circuitele de excitație ale mașinilor sincrone cu o putere mai mare de 1 MW. În circuitele de excitație ale hidrogenatoarelor, măsurarea nu este necesară;

4) în circuitele convertizoarelor de putere, bateriilor de acumulare, dispozitivelor de încărcare și reîncărcare;

5) în circuitele bobinelor de reactanță.

178. În rețelele sau circuitele electrice trifazate poate fi efectuată măsurarea unei tensiuni între faze. În rețelele sau circuitele cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul efectiv legat la pământ se permite măsurarea a trei tensiuni între faze pentru controlul funcționalității circuitelor de tensiune cu un singur aparat cu comutare.

179. La barele colectoare cu tensiunea mai mare de 110 kV a centralelor și stațiilor electrice trebuie să se realizeze înregistrarea valorilor tensiunii între două faze sau abaterile de tensiune de la valoarea setată în funcție de tensiunea la care se menține regimul sistemului electroenergetic.

Secțiunea 5

Controlul izolației

180. În rețelele sau circuitele de curent alternativ cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul izolat sau legat la pământ prin bobină de reactanță, în rețelele sau circuitele de curent alternativ cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul izolat și în rețelele sau circuitele de curent continuu cu poli izolați sau cu punctul mediu izolat, trebuie să se efectueze controlul automat al izolației care acționează la semnal în cazul micșorării rezistenței izolației uneia din faze sau poli la o valoare mai mică de cea stabilită, cu controlul ulterior al asimetriei tensiunii cu ajutorul aparatului de indicare cu comutare.

Se permite controlul izolației prin măsurători periodice de tensiune pentru a controla vizual asimetria tensiunii.

Secțiunea 6

Măsurarea puterii

181. Măsurarea puterii trebuie efectuată în circuitele:

1) generatoarelor – puterea activă și reactivă.

În cazul instalării la generatoarele cu puterea mai mare de 100 MW a aparatelor de măsurare de tablouri, clasa de precizie a acestora trebuie să fie nu mai mică de 1,0.

La centralele electrice cu puterea mai mare de 200 MW, trebuie să se măsoare puterea activă sumară.

Măsurarea puterii active sumare a centralelor electrice cu puterea mai mică de 200 MW se efectuează la necesitatea transiterii automate a acestui parametru la un nivel superior de dirijare operativă;

2) bateriilor de condensatoare cu o putere mai mare de 25 MVar și compensatoarelor sincrone – puterea reactivă;

3) transformatoarelor și liniilor, ce alimentează serviciile proprii cu tensiunea mai mare de 6 kV a centralelor termice – puterea activă;

4) transformatoarelor de ridicare cu două înfășurări ale centralelor electrice – puterea activă și reactivă. În circuitele transformatoarelor de ridicare cu trei înfășurări sau autotransformatoarelor cu utilizarea înfășurării de joasă tensiune, măsurarea puterii active și reactive trebuie să se efectueze din partea de medie și joasă tensiune.

Pentru transformatorul care funcționează în bloc cu generatorul, măsurarea puterii din partea de joasă tensiune trebuie să se efectueze în circuitul generatorului;

5) transformatoarelor de coborâre mai mare de 330 kV – puterea activă și reactivă, cu tensiune 110 kV – puterea activă.

În circuitele transformatoarelor de coborâre cu două înfășurări, măsurarea puterii trebuie să se efectueze din partea de joasă tensiune, iar în circuitele transformatoarelor de coborâre cu trei înfășurări, din partea de medie și joasă tensiune.

La stațiile electrice cu tensiunea de 110-330 kV fără întrerupătoare pe partea de înaltă tensiune, se permite să nu fie efectuată măsurarea puterii. În același timp, trebuie să se prevadă locuri pentru conectarea aparatelor de control de indicare sau înregistrare;

6) liniilor cu tensiunea mai mare de 110 kV, cu alimentare din două părți, precum și întrerupătoarelor de ocolire – puterea activă și reactivă;

7) altor elemente ale stațiilor electrice, unde pentru controlul periodic al regimurilor de rețea sunt necesare măsurări ale fluxurilor de putere activă și reactivă, trebuie să se prevadă posibilitatea pentru conectarea aparatelor portabile de control.

182. La instalarea aparatelor de măsurare de indicare în circuitele în care direcția puterii se poate modifica, acestea trebuie să aibă o scară în două direcții.

183. Trebuie să se efectueze înregistrarea:

- 1) puterii active a turbogeneratoarelor cu puterea mai mare de 60 MW;
- 2) puterii sumare a centralelor electrice cu puterea mai mare de 200 MW.

Secțiunea 7 **Măsurarea frecvenței**

184. Măsurarea frecvenței trebuie să se efectueze:

- 1) pe fiecare secție de bare a tensiunii de generare;
- 2) la fiecare generator al centralei termice în bloc sau centralei nucleare;
- 3) pe fiecare sistem sau secție de bare de înaltă tensiune a centralei electrice;
- 4) în nodurile separării posibile ale sistemului energetic în insule cu funcționare nesincronă.

185. Înregistrarea frecvenței sau abaterile acesteia de la valoarea setată trebuie efectuată:

- 1) la centralele electrice cu puterea mai mare de 200 MW;
- 2) la centralele electrice cu puterea mai mare de 6 MW care funcționează izolat.

186. Eroarea absolută de înregistrare a frecvențmetrelor la centralele electrice incluse în reglarea puterii trebuie să fie nu mai mare de $\pm 0,1$ Hz.

Secțiunea 8 **Măsurători la sincronizare**

187. Pentru măsurări la sincronizare fină manuală sau semi-automată, trebuie prevăzute următoarele aparate: două voltmetre sau voltmetru dublu, două frecvențmetre sau frecvențmetru dublu, sincronoscop.

Secțiunea 9 **Înregistrarea valorilor electrice în regimuri de avarie**

188. Pentru înregistrarea automată a proceselor de avarie și anomalie în partea electrică a sistemului energetic, la toate obiectele energetice noi sau reconstruite trebuie să se prevadă înregistratoare digitale multicanal a semnalelor de avarie (în continuare – ÎSA), cu intrări discrete și analogice, pentru înregistrarea regimului de pre-avarie și posibilitatea de transmitere automată a datelor prin canale de telecomunicații, inclusiv canale separate sau prin dispozitivele de protecție cu microprocesoare.

189. Amplasarea înregistratoarelor de avarie la unitățile de generare, transport și distribuție a energiei electrice, precum și alegerea parametrilor electrici care urmează să fie înregistrați de acestea, trebuie să se realizeze în coordonare cu operatorul sistemului energetic, precum și în conformitate cu recomandările din tabelul 55 și 56, care trebuie să fie ajustate pentru a ține cont de capacitățile echipamentelor digitale.

190. Numărul de semnale care se înregistrează de înregistratoarele semnalelor de avarie se selectează în funcție de schema obiectului energetic. Alegerea numărului de înregistratoare a semnalelor de avarie se realizează în funcție de necesitatea de rezervare a înregistrării anumitor parametri în cazul ieșirii din funcțiune a unuia din înregistratoarele de bază.

191. Prin coordonare dintre operatorul sistemului de transport, operatorii sistemelor de distribuție și centralele electrice de generare pot fi prevăzute sisteme suplimentare de înregistrare cu înregistrare accelerată a semnalelor de avarie, fiind stabilită și înregistrarea altor parametri adiționali care nu se înregistrează de echipamentele de bază ale sistemului energetic.

Tabelul 55. Recomandări privind instalarea înregistratoarelor semnalelor de avarie la obiectele sistemului electroenergetic

Tensiunea instalației de distribuție, kV	Schema instalației de distribuție	Numărul de linii conectate la secțiile, sisteme de bare, instalațiilor de distribuție	Numărul de înregistratoare a semnalelor de avarie instalate
400	Idem	Una sau două	Unul pentru fiecare linie
400	Idem	Trei sau mai multe	Unul pentru fiecare linie (de preferință pe cel puțin una dintre linii cu înregistrarea regimului de pre-avarie)
330	Idem	Una	Nu se instalează
330	Idem	Două sau mai multe	Unul pentru fiecare linie
330	Cu secții sau sisteme de bare colectoare	Una sau două la fiecare secție sau sistem de bare colectoare	Unul pentru două secții sau sisteme de bare de lucru
330	Idem	Trei sau patru la fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru
330	Idem	Cinci sau mai multe pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul sau două pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru cu un singur demaror
330	Unu și jumătate sau poligon	Trei și mai multe	Unul pentru trei-patru linii sau pentru fiecare sistem de bare
330	Fără întreruptoare de 230 kV sau cu un singur întrerupător	Una sau două	Nu se instalează
330	Triunghi, patrulater, punte	Idem	Se permite instalarea unui înregistrator a semnalelor de avarie, dacă la capetele opuse ale liniilor 230 kV lipsesc aceste dispozitive sau stațiile electrice aparțin altor proprietari
110	Cu secții sau sisteme de bare colectoare	Unu - trei pe fiecare secție sau sistem de bare colectoare	Unul pentru două secții sau sisteme de bare de lucru
110	Idem	Patru-șase pe fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru
110	Idem	Șapte sau mai multe pe fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru. Se permite instalarea a două înregistratoare a semnalelor de avarie pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru
110	Fără întreruptoare pe partea de	Una sau două	Nu se instalează

	110 kV, punte, triunghi, patrulater		
--	-------------------------------------	--	--

Tabelul 56. Recomandări cu privire la alegerea parametrilor electrici ai înregistratoarelor semnalelor de avarie

Tensiunea instalației de distribuție, kV	Parametrii recomandați pentru înregistratoarele semnalelor de avarie
400, 330	Tensiunea de fază a celor trei faze ale liniilor electrice. Tensiunea și curentul de secvență zero a liniilor. Curenții a două sau trei faze ale liniilor. Curentul amplificatorului de putere, curentul de recepție al transceiver-ului de înaltă frecvență și poziția contactelor releului intermediar de ieșire a protecției de înaltă frecvență.
110	Tensiunile de fază și tensiunea de secvență zero a secției sau a sistemului de bare de lucru. Curenții de secvență zero ai liniilor conectate la secțiile sau sistemul barelor de lucru. Curenții de fază (a două sau trei faze) a celor mai importante linii. Curenții de recepție a receptoarelor de înaltă frecvență a protecțiilor diferențiale de fază ale liniilor de transport între sisteme.

192. La centralele electrice ce aparțin consumatorului și care au legătură cu sistemul energetic prin LEA cu tensiunea de 110 kV, pe fiecare sistem de secții de bare 110 kV trebuie prevăzute înregistratoare a semnalelor de avarie digitale multicanal, care utilizează pentru analiză funcționarea protecției prin relee, automatizărilor și telemecanicii și identificarea locurilor de defect pe linii. Aceste înregistratoare, trebuie să înregistreze tensiunile de fază și de secvența zero ale sistemului corespunzător de bare, curenții generatoarelor cu puterea mai mare de 100 MW, bloc generator-transformator și LEA, de fază și de secvența zero, care fac legătura dintre centrala bloc și sistemul. Lista parametrilor înregistrați se aprobă de către operatorul sistemului de transport.

193. La obiectele energetice cu tensiunea mai mare de 110 kV trebuie să se înregistreze tensiunea de la toate transformatoarele de tensiune de măsurare, și anume:

- 1) tensiunile de fază U_A , U_B și U_C de la înfășurarea conectată în schema „stea”;
- 2) tensiunile de secvență zero de la înfășurarea conectată în schema „triunghi deschis”.

La obiectele energetice cu tensiunea mai mare de 330 kV trebuie să se înregistreze curenții de fază I_A , I_B , I_C și curentul de secvență zero $3 \cdot I_0$ a tuturor racordurilor cu tensiunea mai mare de 110 kV.

Pentru racordurile ce au două întrerupătoare, trebuie înregistrate valorile curenților pentru fiecare întrerupător.

În cazul prezenței pe LEA a bobinelor de reactanță, trebuie înregistrați curenții acestora.

Dacă pe LEA sunt prezente transformatoare de curent de linie, trebuie înregistrați curenții LEA.

194. Pentru asigurarea alimentării neîntrerupte cu energie electrică, toate înregistratoarele semnalelor de avarie trebuie să fie prevăzute de a fi alimentate de la două surse de alimentare primară separate din punct de vedere galvanic:

- 1) de la rețea monofazată de curent alternativ cu frecvența 50 Hz, precum și de la rețea de curent continuu cu tensiunea de 230 V – pentru obiecte energetice cu o singură baterie de acumulare;
- 2) de la două baterii de acumulare – pentru obiecte energetice, la care sunt instalate două baterii de acumulare.

195. Pentru înregistrarea operaționalității dispozitivelor de automatizare anti-avarie de sistem, protecției prin relee, precum și funcționării telemecanicii la toate obiectele energetice nou construite și reconstruite, adițional trebuie prevăzute înregistratoare digitale multicanal ale semnalelor de avarie. Amplasarea înregistratoarelor și selectarea parametrilor ce se înregistrează, trebuie să se realizeze în proiectele automatizărilor anti-avarie de sistem.

196. Pentru determinarea locului de defect al LEA cu tensiunea mai mare de 110 kV, cu o lungime mai mare de 20 km, trebuie prevăzute aparate de determinare a locului de defect. Înregistratoarele trebuie conectate la înfășurările transformatoarelor de curent cu clasa de precizie 10P (5P).

TITLUL IV PROTECȚII PENTRU ASIGURAREA SECURITĂȚII ELECTRICE

CAPITOLUL I SISTEME DE LEGARE LA PĂMÂNT

Secțiunea 1 Domeniul de aplicare

197. Cerințele prezentului capitol se aplică pentru toate instalațiile electrice cu tensiunea de curent alternativ și continuu, destinate producerii, convertirii, transformării, transportului, distribuției și utilizării energiei electrice. Totodată, sunt incluse cerințele generale pentru legarea la pământ și protecția împotriva șocurilor electrice pentru oameni și animale, atât în regim normal de funcționare al instalațiilor electrice, precum și în cazul deteriorării izolației.

198. Instalațiile electrice, în funcție de măsurile de protecție împotriva șocurilor electrice se clasifică în:




- 1) instalații electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul sursei legat direct sau efectiv la pământ;
- 2) instalații electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul sursei izolat sau legat la pământ prin bobină de stingere sau rezistoare;
- 3) instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei legat direct la pământ;
- 4) instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei izolat.

Secțiunea 2 Sisteme de legare la pământ. Generalități

199. Tipurile de rețele și circuite electrice în funcție de modul de legare la pământ pentru tensiune de curent alternativ și tensiune de curent continuu sunt: TN, TT și IT.

200. Simbolurile grafice care se utilizează în schemele de legare la pământ sunt conform celor indicate în tabelul 57.

Tabelul 57. Simbolurile grafice utilizate în schemele de legare la pământ

Nr. d/o	Simbolul	Funcțiile conductorului
1.		Conductor neutru N, conductor M
2.		Conductor de protecție PE (conductor de legare la pământ, conductor de echipotențializare)
3.		Conductor comun neutru și de protecție PEN, PEM, PEL

Subsecțiunea 1

Sisteme de legare la pământ pentru curent alternativ

201. Legarea la pământ pentru rețelele și circuitele electrice de curent alternativ trebuie realizată prin una din următoarele trei tipuri principale de sisteme de legare la pământ: TN, TT și IT.

Simbolurile literare utilizate pentru notarea sistemelor de legare la pământ au următoarele semnificații:

1) prima literă, se referă la modul de tratare a neutrului sursei de alimentare:

T – legarea directă la pământ a unui punct activ – punctul neutru al sursei de alimentare, în cazul în care acesta este accesibil sau a unui conductor de linie, în cazul în care punctul neutru nu este accesibil.

În rețelele/circuitele trifazate, acest punct este neutrul sursei de alimentare. În cazul în care neutrul nu este disponibil, atunci se leagă la pământ un conductor fazic, în rețelele/circuitele cu trei conductoare de curent monofazat și în cele de curent continuu – punctul neutru, iar în rețelele/circuitele cu două conductoare – una dintre ieșirile sursei de curent monofazat sau unul dintre polii sursei de curent continuu;

I – izolarea neutrului și tuturor părților active ale sursei de alimentare față de pământ sau legarea la pământ a unui punct printr-o impedanță de valoare foarte mare.

2) a doua literă, se referă la starea părților conductoare accesibile, deschise, ale instalației electrice în raport cu pământul:

T – legarea directă la pământ a părților conductoare accesibile ale instalației electrice, independent de modul de tratare a neutrului sursei de alimentare sau a unui punct a rețelei/circuitului de alimentare;

N – legarea directă a părților conductoare accesibile, deschise, ale instalației electrice la neutrul direct legat la pământ al sursei de alimentare.

3) literele ulterioare, indică modul de realizare a funcțiilor conductorului neutru și a conductorului de protecție PE în sistemul TN. Literele următoare după N indică combinarea într-un singur conductor sau separarea funcțiilor conductoarelor neutre și de protecție.

C – indică că funcțiile conductorului neutru și conductorului de protecție sunt combinate într-un singur conductor PEN. În acest caz, funcțiile conductoarelor N și PE sunt îndeplinite de un singur conductor PEN;

S – indică că funcția de protecție este asigurată printr-un conductor de protecție PE separat de conductoarele active, legat la pământ, în curent alternativ. Conductorul neutru N și conductorul de protecție PE sunt separate.

202. Sistemul TN are un punct al sursei de alimentare care trebuie legat direct la pământ, iar părțile conductoare accesibile a instalației electrice trebuie legate la acest punct prin conductoare de protecție. În acest tip de sistem, curentul de defect între conductorul de linie și părțile conductoare accesibile a instalației electrice este un curent de scurtcircuit. Se disting trei tipuri de sisteme TN în funcție de dispunerea conductorului neutru și a conductorului de protecție: TN-S, TN-C, TN-C-S.

203. În sistemul TN-S un conductor de protecție distinct trebuie folosit pentru întreaga rețea/circuit (fig. 8). Sistemul TN-S este utilizat când trebuie separate conductoarele PE și N pentru asigurarea funcționării protecției.

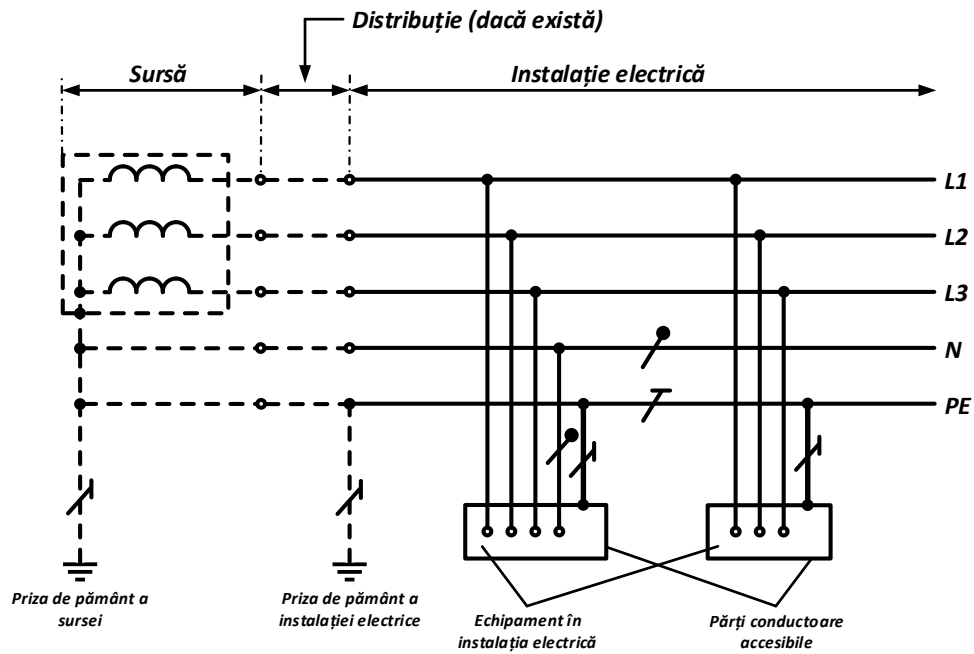


Figura 8. Schema sistemului TN-S în curent alternativ trifazat cu 5 conductoare. Funcțiile conductorului de protecție PE și conductorului neutru N sunt separate în conductoare distincte.

204. În sistemul TN-C funcțiile pentru conductorul neutru și conductorul de protecție sunt combinate într-un singur conductor în toată instalația electrică (fig. 9).

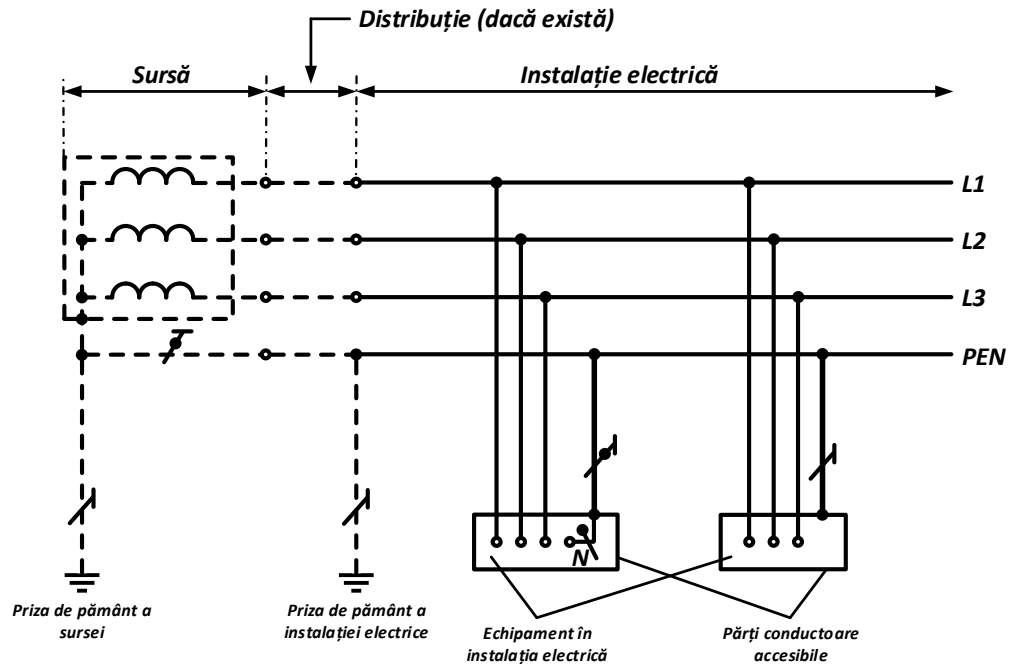


Figura 9. Schema sistemului TN-C în curent alternativ trifazat cu 4 conductoare. Funcțiile conductorului de protecție PE și conductorului neutru N sunt combinate într-un singur conductor.

205. În sistemul TN-C-S funcțiile pentru conductorul de neutru și conductorul de protecție sunt combinate într-un singur conductor în prima parte a instalației electrice (fig. 10). Partea de sistem care este TN-C întotdeauna este înaintea celui TN-S. Este interzisă, în aceeași rețea/circuit,

combinarea funcțiilor conductorului de protecție PE și conductorului neutru N într-un conductor PEN (TN-C) după ce acesta a fost separat în PE și N (TN-S), într-un punct în amonte.

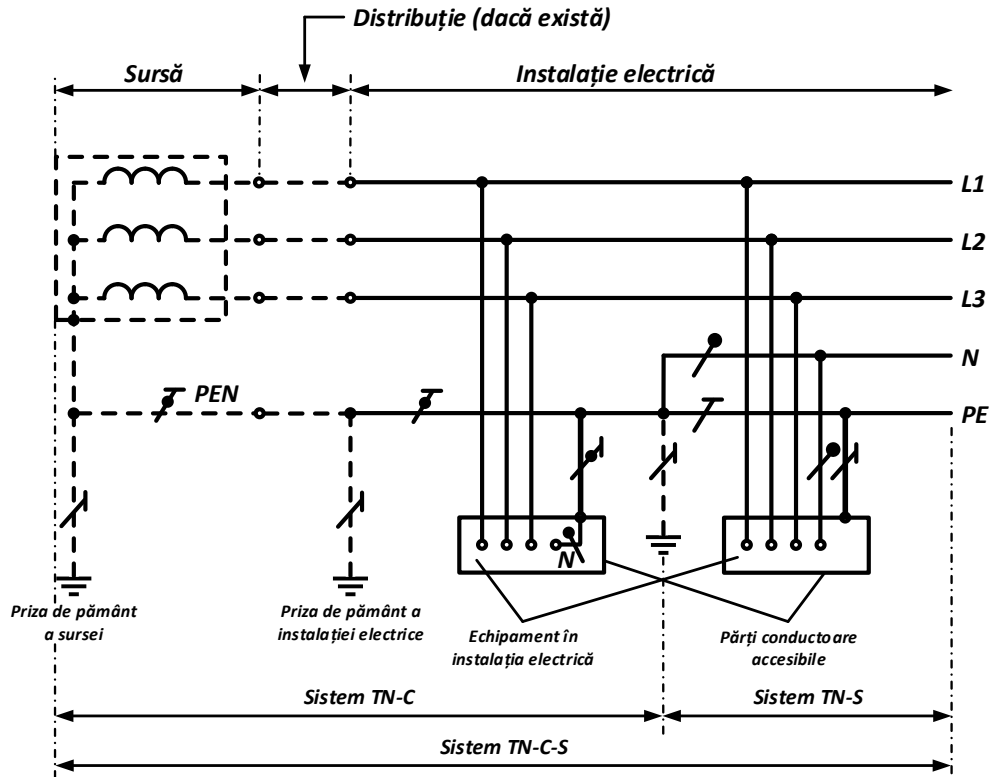


Figura 10. Schema sistemului TN-C-S în curent alternativ trifazat. Funcțiile pentru conductorul de protecție PE și neutru N sunt combinate într-un singur conductor PEN pe prima parte a rețelei/circuitului începând de la sursa de alimentare.

206. În sistemul TT un punct al sursei de alimentare trebuie legat direct la pământ, iar părțile conductoare accesibile a instalației electrice sunt legate la prize de pământ independente față de priză de pământ a sursei de alimentare. Sistemului TT în curent alternativ poate fi cu conductorul neutru distribuit și nedistribuit (fig. 11 și 12). În acest sistem curenții de defect fază – părțile conductoare accesibile, pentru intensități chiar mai mici decât ale unui curent de scurtcircuit, pot fi suficient de mari pentru a provoca apariția unei tensiuni de atingere periculoasă.

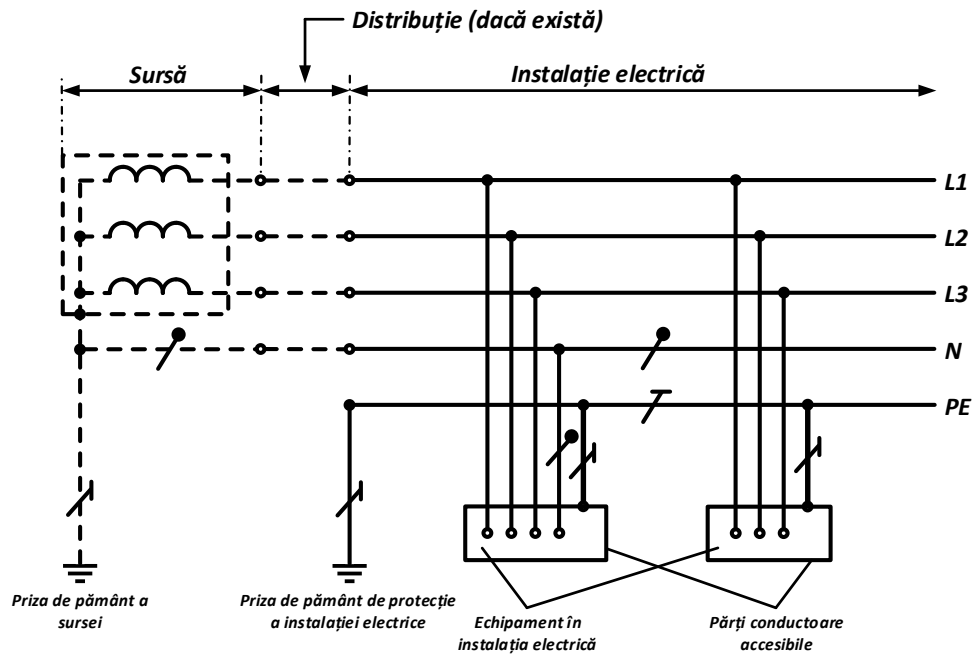


Figura 11. Schema sistemului TT în curent alternativ trifazat cu 5 conductoare, cu conductorul neutru distribuit. Neutrul sursei de alimentare este legat la pământ. Părțile conductoare accesibile a instalației electrice sunt legate direct la pământ prin intermediul unei prize de pământ independente din punct de vedere electric în raport cu priza de pământ a sursei.

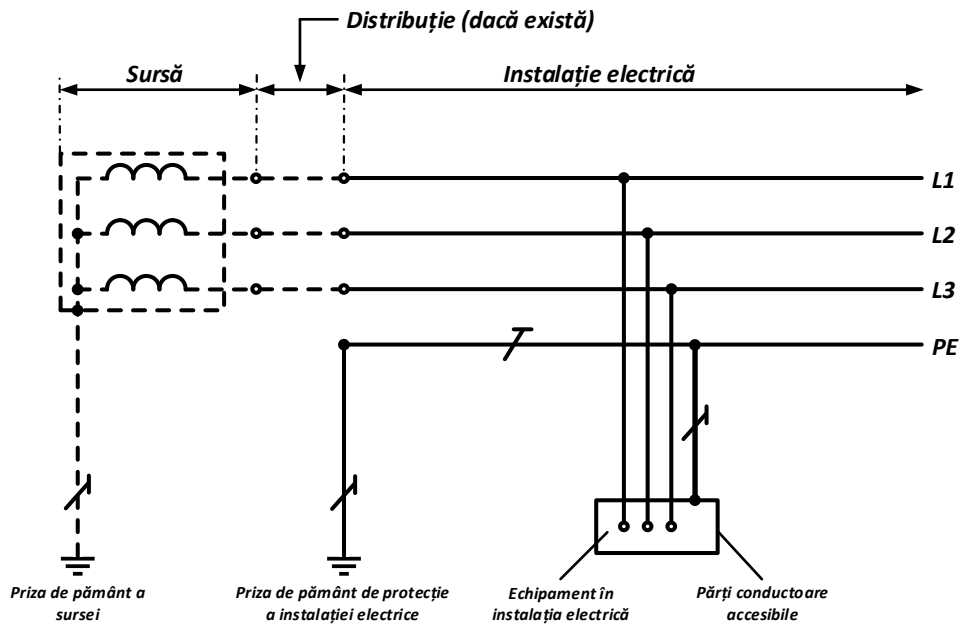


Figura 12. Schema sistemului TT în curent alternativ trifazat cu 4 conductoare, cu conductorul neutru nedistribuit.

207. În sistemul IT toate părțile active ale sursei de alimentare sunt izolate față de pământ sau legate la pământ prin intermediul unei impedanțe de valoare mare, iar părțile conductoare accesibile a instalației electrice sunt legate direct la pământ. Părțile conductoare accesibile a instalației electrice în sistemul IT pot fi legate la pământ individual sau în grup.

Sistemului IT în curent alternativ poate fi cu conductorul neutru distribuit și nedistribuit (fig. 13 și 14).

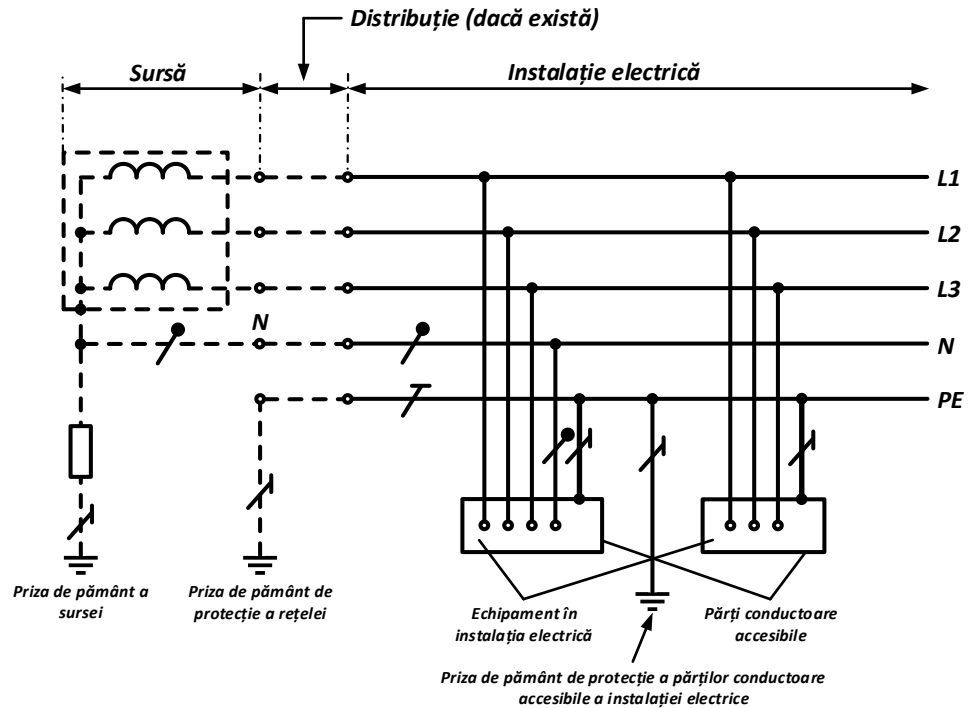


Figura 13. Schema sistemului IT în curent alternativ trifazat, cu 4 conductoare, cu conductorul neutru distribuit. Neutrul sursei de alimentare este izolat față de pământ sau legat la pământ printr-o impedanță de valoare foarte mare. Părțile conductoare accesibile a instalației electrice sunt legate la pământ.

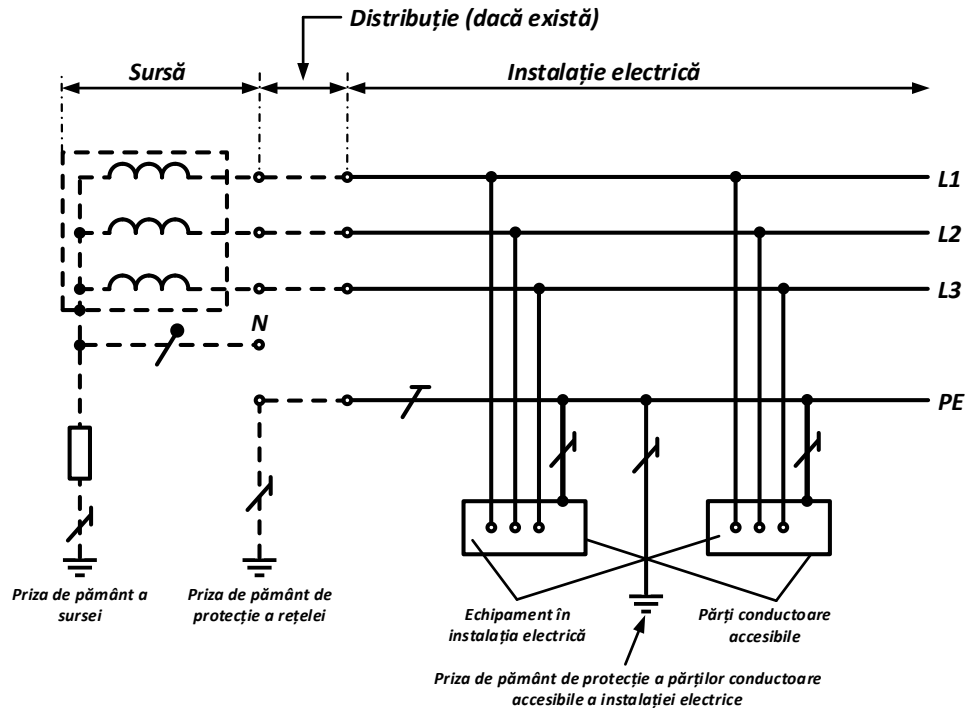


Figura 14. Schema sistemului IT în curent alternativ trifazat, cu 4 conductoare, cu conductorul neutru nedistribuit.

Subsecțiunea 2 Sisteme de legare la pământ pentru curent continuu

208. Legarea la pământ pentru rețelele și circuitele electrice pentru curent continuu poate fi de trei tipuri principale: TN, TT și IT. Simbolurile literare utilizate pentru notarea acestor sisteme au aceleași semnificații ca și la rețelele/circuitele de tensiune de curent alternativ.

209. În sistemul TN-S un conductor activ (de exemplu L-) sau conductorul median M, este legat la pământ și separat de conductorul de protecție PE în toată instalația electrică (fig. 15 și 16).

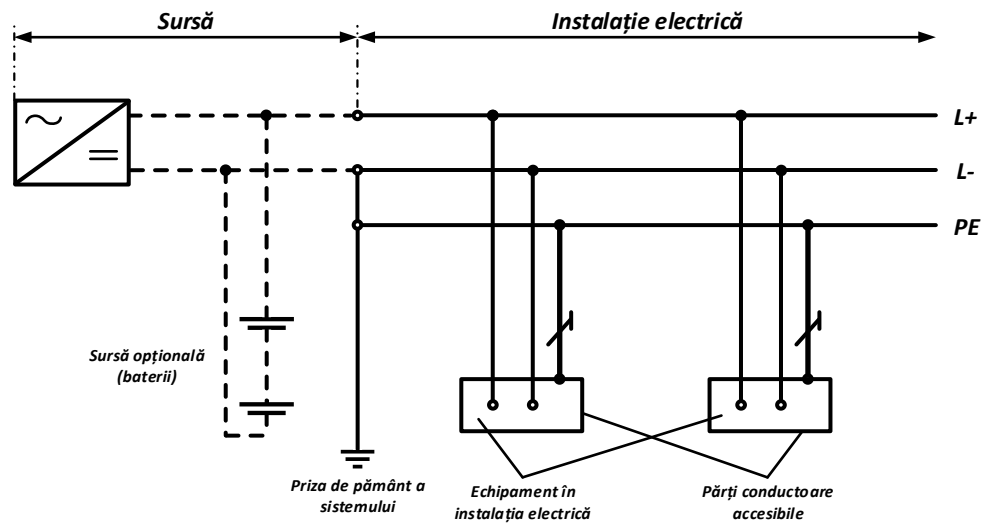


Figura 15. Schema sistemului TN-S în curent continuu cu conductorul de linie L- legat la pământ și separat de conductorul de protecție în toată instalația electrică.

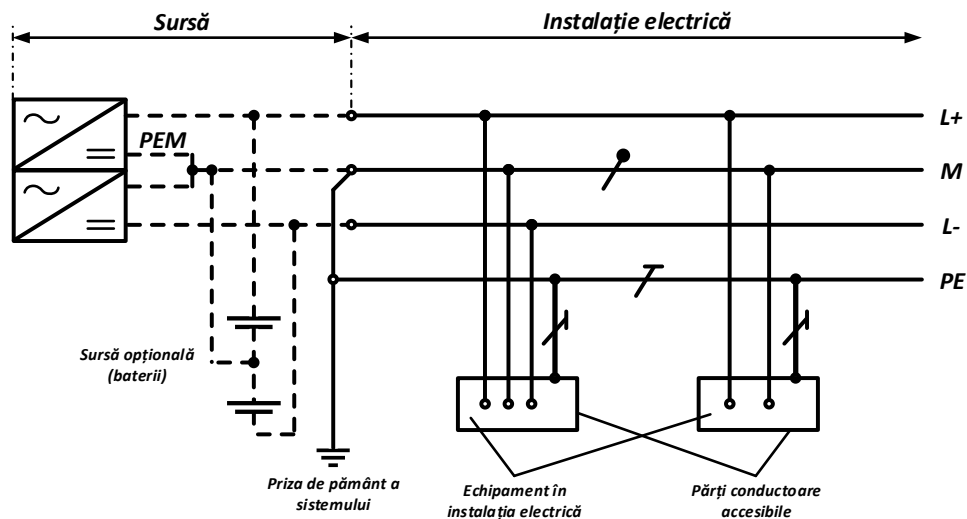


Figura 16. Schema sistemului TN-S în curent continuu cu conductorul de punct median M legat la pământ și separat de conductorul de protecție în toată instalația electrică.

210. În sistemul TN-C funcțiile de conductor activ legat la pământ (de exemplu L-) și de protecție sunt reunite într-un singur conductor PEL în toată instalația electrică (fig. 17 și 18).

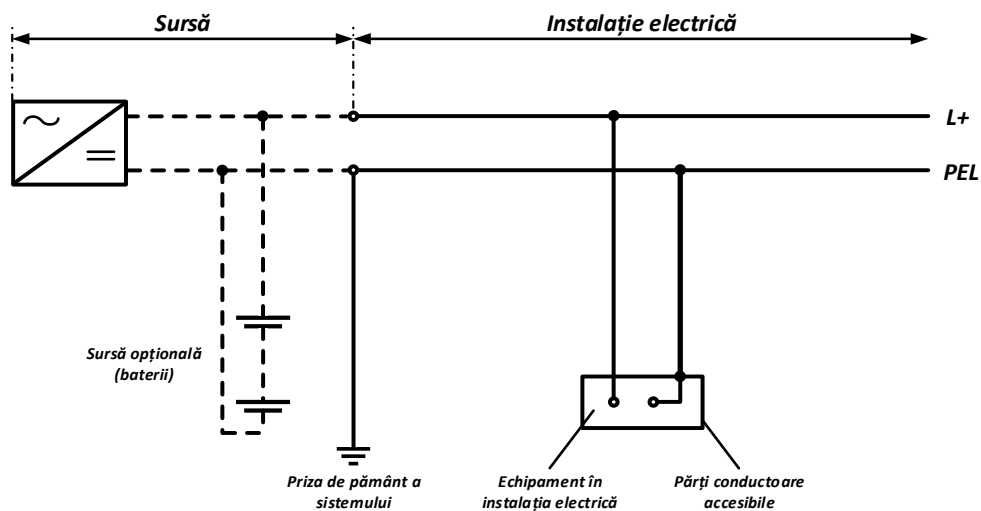


Figura 17. Schema sistemului TN-C în curent continuu. Funcțiile de conductor activ L- și conductor de protecție sunt unite într-un singur conductor PEL în toată instalația electrică.

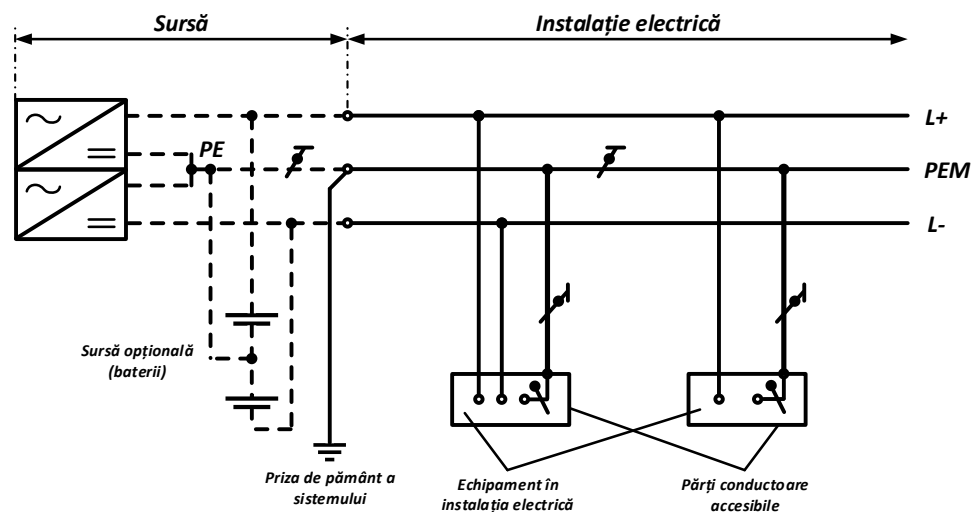


Figura 18. Schema sistemului TN-C în curent continuu cu funcțiile de conductor de punct median M legat la pământ și conductor de protecție unite într-un singur conductor PEM în toată instalația electrică.

211. În sistemul TN-C-S funcțiile de conductor activ legat la pământ (de exemplu L-) și de protecție PE sunt unite într-un singur conductor PEL în prima parte a instalației electrice (fig. 19 și 20).

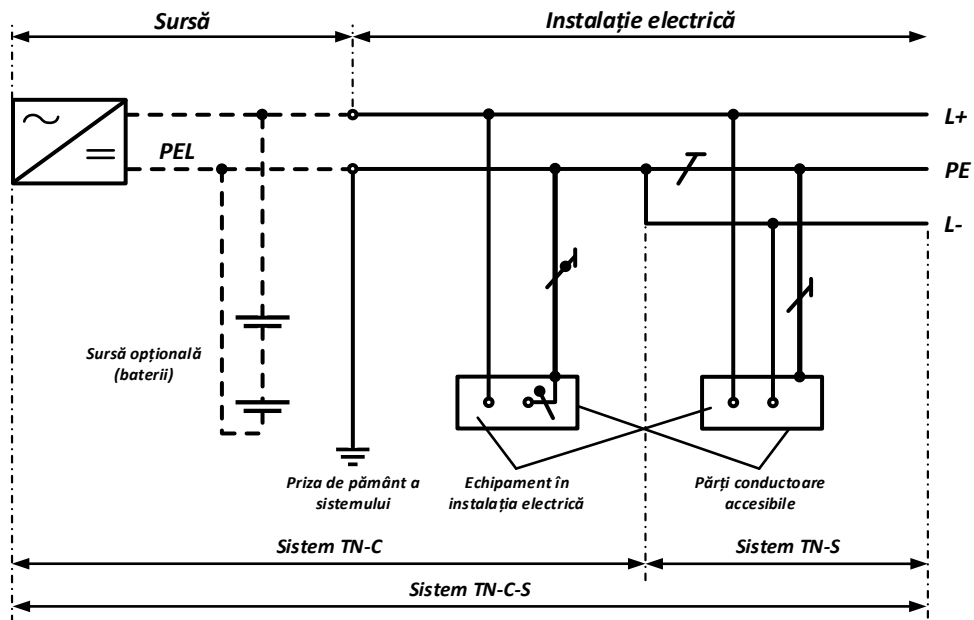


Figura 19. Schema sistemului TN-C-S în curent continuu. Funcțiile de conductor activ legat la pământ (L-) și conductor de protecție PE sunt unite într-un singur conductor PEL în prima parte a instalației electrice.

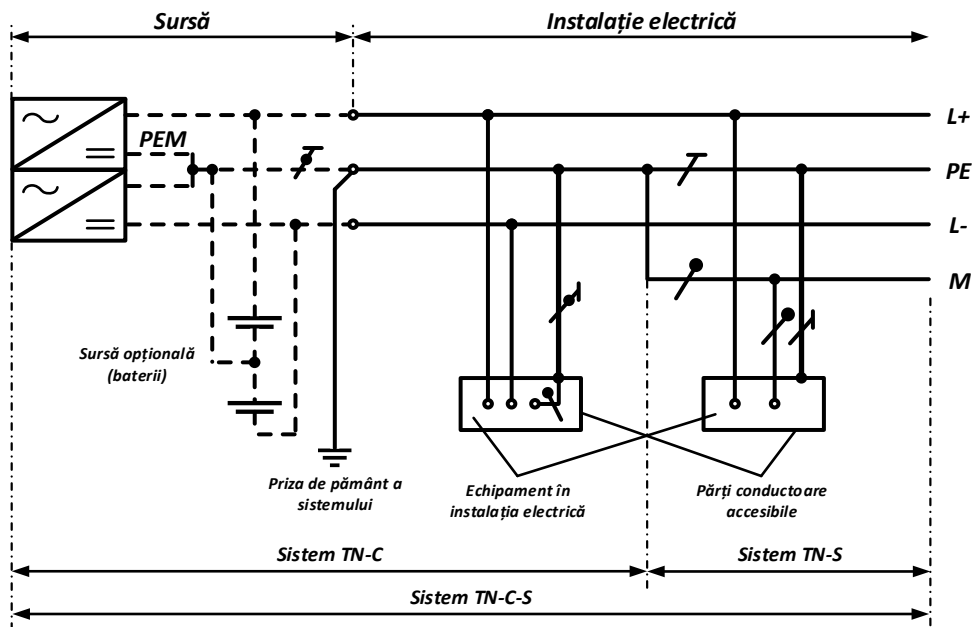


Figura 20. Schema sistemului TN-C-S în curent continuu. Funcțiile de conductor de punct median legat la pământ și conductor de protecție sunt unite într-un singur conductor PEM în prima parte a instalației electrice.

212. În sistemul TT punctul de legare la pământ al conductorului activ (de exemplu L-) este separat de punctul de legare la pământ al conductorului de protecție PE în toată instalația electrică (fig. 21 și 22).

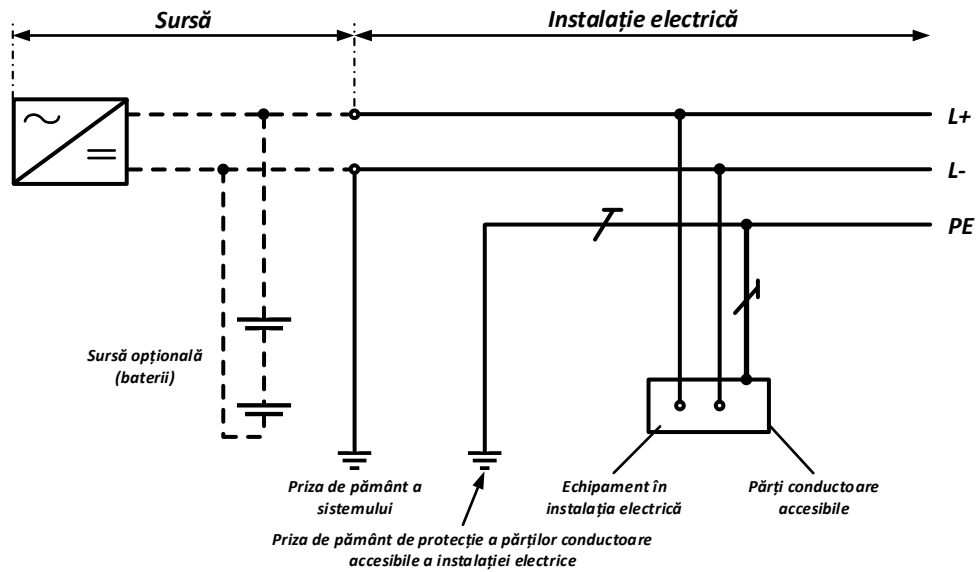


Figura 21. Schema sistemului TT în curent continuu. Priza de pământ a conductorului activ L- este separată de priza de pământ a părților conductoare accesibile a instalației electrice.

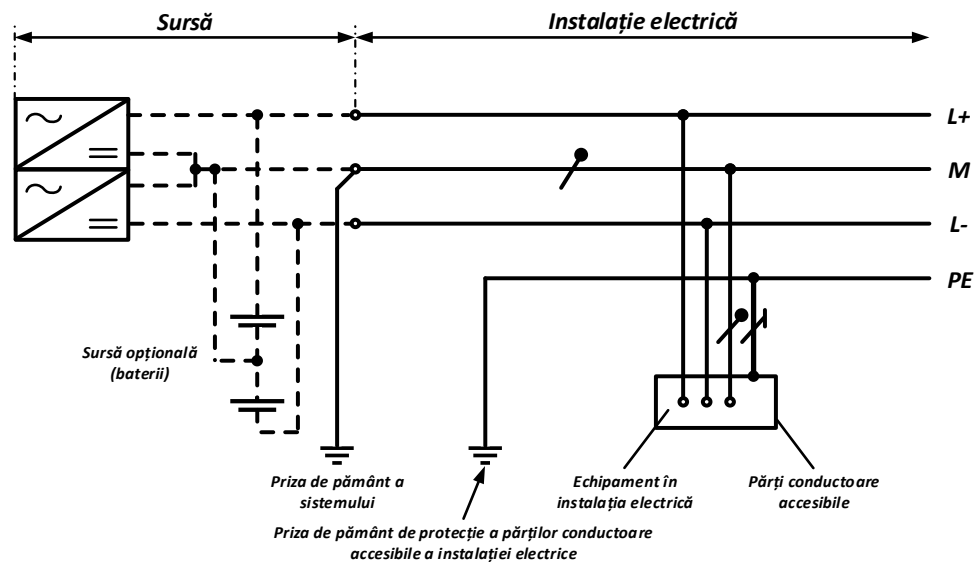


Figura 22. Schema sistemului TT în curent continuu. Priza de pământ a conductorului de punct median M este separată de priza de pământ a părților conductoare accesibile a instalației electrice.

213. În sistemul IT un conductor activ (de exemplu L-) este legat la pământ printr-o impedanță relativ mare (sau izolat), separat de punctul de legare la pământ a părților conductoare accesibile a instalației electrice (fig. 23 și 24).

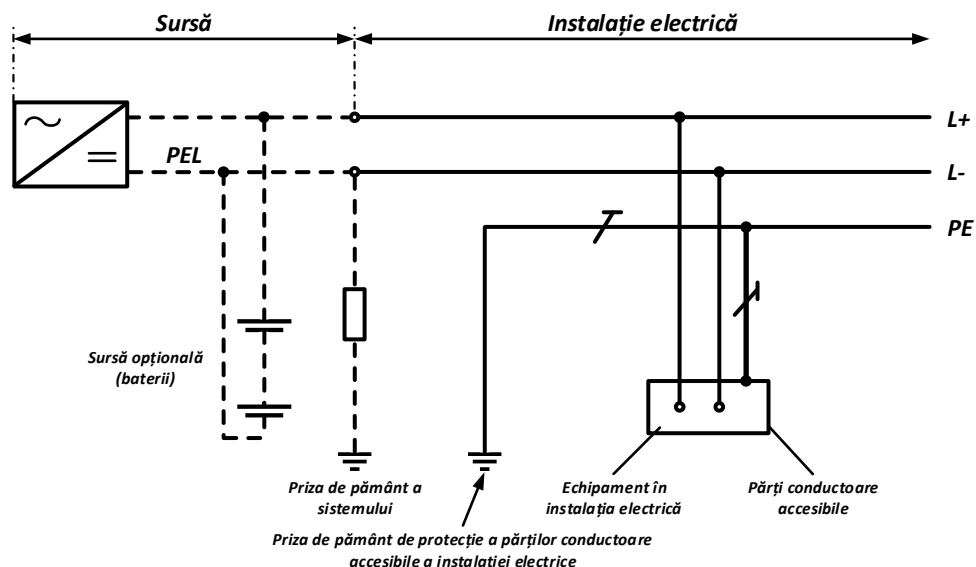


Figura 23. Schema sistemului IT în curent continuu. Conductorul activ L- este legat la pământ printr-o impedanță foarte mare sau este izolat, separat de punctul de legare la pământ a părților conductoare accesibile a instalației electrice.

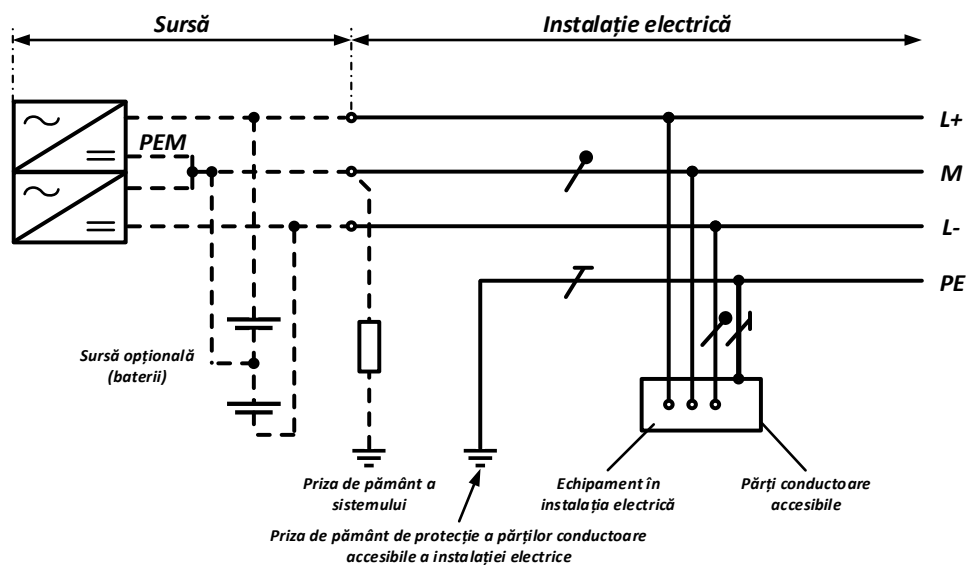


Figura 24. Schema sistemului IT în curent continuu. Conductorul de punct median M este legat la pământ printr-o impedanță foarte mare sau este izolat, separat de punctul de legare la pământ a părților conductoare accesibile a instalației electrice.

CAPITOLUL II MĂSURI DE PROTECȚIE ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE

Secțiunea 1 Condiții generale de bază

214. Regula fundamentală în corespundere cu prevederile SM EN 61140 „ Protecție împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalații și echipamente electrice” a protecției împotriva șocurilor electrice și electrocutărilor constă în aceea că părțile active periculoase nu trebuie să fie

accesibile în condiții normale de funcționare și părțile conductoare accesibile și cele terțe ce accidental pot să ajungă sub tensiune să nu devină părți active periculoase în caz de simplu defect. Aceasta se realizează prin protecția de bază și prin protecția la defect.

215. În instalațiile electrice în regim normal de funcționare pentru protecția împotriva șocurilor electrice și electrocutărilor trebuie să se utilizeze în mod separat sau combinat următoarele măsuri de protecție de bază:

- 1) izolația de bază a părților active;
- 2) bariere și carcase de protecție;
- 3) obstacole de protecție;
- 4) amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere;
- 5) utilizarea tensiunii foarte joase (TFJP și TFJS).

Ca măsură de protecție de bază suplimentară, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, se utilizează protecția cu DDR cu curentul de defect nu mai mare de 30 mA.

Pentru protecția împotriva defectelor cu arc electric și reducerea probabilității de producere a incendiului în circuitele de distribuție și terminale cu tensiunea mai mică de 1000 V, se utilizează protecția împotriva defectelor cu arc electric cu dispozitive AFDD în corespundere cu SM EN 62606 „Cerințe generale pentru dispozitive de detectare a defectelor arcului” și SM HD 60364-4-42 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-42: Protecție pentru asigurarea securității. Protecție împotriva efectelor termice”.

216. Pentru protecția împotriva șocurilor electrice și electrocutărilor în cazul defectării izolației, trebuie să se utilizeze separat sau în combinație următoarele măsuri de protecție la defect:

- 1) legarea la pământ de protecție;
- 2) întreruperea automată a alimentării;
- 3) legătura de echipotențializare;
- 4) dirijarea distribuției potențialelor;
- 5) izolația dublă sau întărită;
- 6) utilizarea tensiunii foarte joase;
- 7) separarea electrică de protecție a circuitelor;
- 8) încăperi, zone, platforme izolante.

217. Măsurile de protecție împotriva șocurilor electrice și electrocutărilor trebuie prevăzute în instalația electrică sau o parte a acesteia. Totodată, se aplică la receptoare electrice individuale, inclusiv cu implementarea la fabricarea echipamentelor electrice și/sau în procesul amenajării instalației electrice.

Măsurile trebuie să fie permanente și să nu poată fi făcute inactive. Acestea trebuie să fie sigure și în cazul utilizării unui echipament mobil sau portabil.

Utilizarea a două sau mai multe măsuri de protecție într-o instalație electrică nu trebuie să reducă eficacitatea fiecăreia dintre aceste măsuri.

218. Protecția la defect trebuie realizată în toate cazurile dacă în instalația electrică tensiunea de curent alternativ depășește valoarea de 50 V și tensiunea de curent continuu valoarea de 120 V.

219. În încăperile cu pericol sporit de electrocutare, deosebit de periculoase și în instalațiile exterioare, realizarea protecției la defect poate fi necesară la valori mai mici ale tensiunii, de exemplu 25 V tensiune de curent alternativ și 60 V tensiune de curent continuu și 12 V tensiune de curent alternativ și 30 V tensiune de curent continuu în cazurile specifice stipulate în prezentul Normativ.

220. Protecția de bază nu este necesară dacă echipamentul electric este amplasat în zona sistemului de echipotențializare, iar valoarea maximă a tensiunii de lucru în încăperile fără pericol sporit de electrocutare nu depășește 25 V tensiune de curent alternativ sau 60 V tensiune de curent continuu sau 6 V tensiune de curent alternativ și 15 V tensiune de curent continuu – în toate cazurile.

221. În Normativ, tensiunea de curent alternativ este stabilită ca valoare medie pătratică a tensiunii de curent alternativ, iar tensiunea de curent continuu este stabilită ca tensiune de curent continuu sau redresată cu un conținut de pulsații nu mai mare de 10% din valoarea medie pătratică.

222. Pentru legarea la pământ a instalațiilor electrice trebuie să se realizeze prize de pământ artificiale și naturale. Dacă la utilizarea prizelor de pământ naturale rezistența ILP sau tensiunea de atingere are valoare admisibilă și se asigură valorile normate ale tensiunii pe ILP, precum și densitatea admisibilă de curent în prizele de pământ naturale, amenajarea prizelor de pământ artificiale în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V nu este obligatorie. Prizele de pământ naturale utilizate în calitate de elemente ale ILP nu trebuie să se deterioreze atunci când sunt parcurse de curenții de scurtcircuit sau să perturbeze funcționarea instalațiilor care sunt conectate la acestea.

223. Pentru legarea la pământ a instalațiilor electrice apropiate teritorial de destinații și tensiuni diferite, trebuie utilizată o singură ILP.

ILP utilizată pentru legarea la pământ a instalațiilor electrice de destinații și tensiuni comune sau diferite, trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- 1) protecția oamenilor împotriva șocurilor electrice la deteriorarea izolației;
- 2) regimurile de funcționare ale rețelelor/circuitelor electrice;
- 3) protecția echipamentelor electrice împotriva supratensiunilor pe toata perioada de exploatare.

224. ILP de protecție ale instalațiilor electrice ale clădirilor, construcțiilor și protecția la trăsnet de categoriile a 2-a și a 3-a a acestor clădiri trebuie să fie comune.

225. La realizarea unei prize de pământ separate pentru legarea la pământ funcțională conform condițiilor de funcționare ale echipamentului informațional sau a altuia similar care este sensibil la interferențe trebuie realizate măsuri speciale de protecție împotriva șocurilor electrice, excluzând atingerea simultană cu părțile care se află sub o diferență de potențial periculos în cazul deteriorării izolației.

Pentru combinarea ILP diferite, într-o ILP comună, trebuie utilizate conductoarele de legare la pământ naturale și artificiale. Numărul acestora trebuie să fie nu mai mic de două.

226. Valorile necesare ale tensiunii de atingere și rezistența ILP la parcurgerea prin acestea a curenților de punere la pământ și curenților de scurgere, trebuie să fie asigurate pentru condițiile cele mai nefavorabile în orice perioadă a anului.

La determinarea rezistenței ILP trebuie să ia în calcul prizele de pământ naturale și artificiale.

La determinarea rezistenței termice specifice a solului în calitate de valoare de calcul trebuie să se ia valoarea sezonieră a acesteia pentru condițiile cele mai nefavorabile.

227. ILP trebuie să fie rigide mecanic, termic și dinamic la acțiunea curenților de punere la pământ. Materialul și secțiunea electrozilor prizelor de pământ trebuie să asigure rezistența acestora la coroziune pe tot parcursul duratei de exploatare.

228. Instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V ale clădirilor și construcțiilor, precum și instalațiile exterioare trebuie să fie alimentate de la o sursă cu neutrul legat direct la pământ în sistemul TN.

Pentru protecția la defect împotriva șocurilor electrice în astfel de instalații electrice trebuie realizată întreruperea automată a alimentării în conformitate cu pct. 274-278.

Cerințele privind selectarea sistemelor TN-C, TN-S, TN-C-S pentru instalații electrice sunt prezentate în capitolele corespunzătoare din Normativ.

229. Alimentarea instalațiilor electrice cu tensiunea de curent alternativ mai mică de 1000 V de la o sursă cu neutrul izolat cu utilizarea sistemului IT trebuie efectuată în cazul în care nu se admite o întrerupere a alimentării la puneri la pământ primare sau la părțile conductoare accesibile legate cu sistemul de echipotenzializare. În astfel de instalații electrice pentru protecția la defect de puneri la pământ primare trebuie realizată legarea la pământ de protecție în combinație cu controlul izolației rețelei/circuitului sau utilizarea DDR cu curentul nominal diferențial rezidual nu mai mare de 30 mA.

La puneri la pământ duble trebuie efectuată întreruperea automată a alimentării în corespundere cu pct. 292.

230. În cazul utilizării sistemului TN trebuie să se realizeze legătura repetată la pământ a conductoarelor PE și PEN la intrare în instalațiile electrice ale clădirilor, precum și în alte locuri disponibile. Pentru legarea repetată la pământ în primul rând trebuie utilizate prizele de pământ naturale. Rezistența prizelor de pământ repetate nu se normează.

În interiorul clădirilor, sistemul de echipotențializare trebuie conectat la bara principală de legare la pământ (în continuare – BPLP) prin intermediul conductorului de protecție.

Legarea repetată la pământ a instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, care sunt alimentate prin intermediul LEA, trebuie realizată în corespundere cu pct. 367-370.

231. În sistemul IT părțile active trebuie izolate față de pământ sau legate la pământ printr-o impedanță suficient de mare. Această conectare poate fi realizată fie la un punct neutru sau median al sistemului sau la un punct neutru artificial. Acesta din urmă poate fi legat direct la pământ dacă impedanța rezultată față de pământ este suficient de mare la frecvența sistemului. În cazul în care nu există nici un punct neutru sau punct median, conductorul de linie poate fi conectat la pământ printr-o impedanță mare.

232. Sistemul IT cu tensiunea mai mică de 1000 V conectat la rețeaua electrică sau circuitul electric cu tensiunea mai mare de 1000 V prin transformator de putere, trebuie să fie protejat cu siguranță fuzibilă de străpungere împotriva pericolului care apare la deteriorarea izolației între înfășurările de înaltă și joasă tensiune a transformatorului. Siguranța de străpungere trebuie instalată în neutru sau fază pe partea de joasă tensiune a fiecărui transformator de putere.

233. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul izolat, pentru protecția împotriva șocurilor electrice trebuie realizată legarea la pământ de protecție a părților conductoare accesibile.

În astfel de instalații electrice trebuie să fie prevăzută posibilitatea detectării rapide a punerilor la pământ. Protecția împotriva punerilor la pământ trebuie instalată cu acțiune la deconectare pe întreaga rețea sau circuit conectat electric în cazuri necesare din motive de securitate.

234. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul efectiv legat la pământ, pentru protecția împotriva șocurilor electrice trebuie efectuată legarea la pământ de protecție a părților conductoare accesibile.

235. Legarea de protecție la conductorul neutru în sistemul TN și legarea la pământ de protecție în sistemul IT a echipamentului electric instalat pe stâlpii LEA, trebuie efectuată cu respectarea cerințelor Normativului.

236. În sistemul TT, toate părțile conductoare accesibile protejate împreună prin același dispozitiv de protecție trebuie conectate prin conductoarele de protecție la o priză de pământ comună tuturor acestor părți. Dacă sunt utilizate mai multe dispozitive de protecție în serie, aceasta cerință se aplică separat la toate părțile conductoare accesibile protejate prin fiecare dispozitiv.

Punctul neutru sau punctul median al sistemului de alimentare cu energie electrică trebuie legat la pământ. Dacă un punct neutru sau un punct median nu este disponibil sau accesibil, trebuie legat la pământ un conductor de linie.

Secțiunea 2

Măsuri de protecție de bază

Subsecțiunea 1

Izolația de bază

237. Izolația de bază a părților active trebuie să acopere aceste părți și să reziste la toate acțiunile posibile la care poate fi supusă în procesul exploatării sale. Îndepărtarea izolației trebuie să

fie posibilă numai prin distrugerea acesteia. Stratul de lac electroizolant nu se consideră izolație care protejează împotriva șocurilor electrice, cu excepția cazurilor specificate în mod expres în condițiile tehnice speciale pentru anumite produse. La realizarea izolației în timpul amenajării, aceasta trebuie să fie încercată în corespundere cu cerințele Titlului IV.

238. În cazul în care izolația de bază este asigurată prin spațiul de aer, protecția de bază a părților active sau apropierea de acestea, inclusiv în instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V, trebuie să fie realizată prin intermediul carcaselor, barierelor, obstacolelor sau amplasarea părților active în afara zonei de accesibilitate la atingere.

Subsecțiunea 2 Bariere de protecție și carcase

239. Barierele de protecție și carcasa în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V trebuie să aibă gradul de protecție nu mai mic de IP 2X, cu excepția cazurilor, când sunt necesare distanțe mari pentru funcționarea normală a echipamentului electric.

240. Părțile active trebuie să fie instalate în interiorul carcaselor sau în spatele barierelor, cu excepția cazului în care sunt necesare deschideri mai mari în timpul înlocuirii unor elemente, precum dulii sau elemente de înlocuire ale siguranțelor fuzibile.

241. Barierele de protecție și carcasa trebuie să fie fixate ferm și să aibă suficientă stabilitate și durabilitate pentru menținerea gradelor de protecție prescrise și de separare corespunzătoare de părțile active în condiții de funcționare normală, ținând cont de influențele externe.

242. Carcasele trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- 1) nu trebuie traversate de părți conductoare care pot transmite un potențial;
- 2) nu trebuie să conțină niciun bulon sau alte mijloace de fixare electroizolante care trebuie îndepărtate la montare sau întreținere și care ar putea fi înlocuite cu altele metalice care ar putea deteriora izolația carcasei;
- 3) dacă carcasa trebuie traversată de elemente metalice, acestea trebuie să fie amplasate astfel încât protecția împotriva șocului electric să nu fie deteriorată.

243. Accesul după barieră sau deschiderea carcaselor trebuie să fie posibilă numai cu ajutorul cheilor speciale sau instrumentelor sau după scoaterea tensiunii de pe părțile active. În cazul imposibilității respectării acestor condiții, trebuie instalate îngrădiri intermediare cu un grad de protecție nu mai mic de IP 2X, îndepărtarea cărora trebuie să fie posibilă numai cu ajutorul cheilor speciale sau instrumentelor. Suprafețele orizontale superioare ușor accesibile ale îngrădirilor și învelișurilor trebuie să aibă un grad de protecție nu mai mic de IP 4X.

Subsecțiunea 3 Obstacole de protecție

244. Obstacolele de protecție trebuie să asigure protecția împotriva atingerii accidentale cu părțile active ale instalației electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V sau apropierea de acestea la o distanță periculoasă în instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V, dar nu exclude contactul intenționat și apropierea de părțile active în cazul ocolirii obstacolelor. Obstacolele sunt destinate protejării persoanelor calificate sau instruite și nu sunt destinate protejării persoanelor obișnuite.

245. Pentru îndepărtarea obstacolelor de protecție nu este necesară utilizarea cheilor sau a instrumentului, însă acestea trebuie să fie fixate în așa mod ca să nu poată fi îndepărtate neintenționat. Obstacolele de protecție trebuie să fie din material izolant.

Subsecțiunea 4 Amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere

246. Amplasarea în afara zonei de accesibilitate pentru protecția de bază cu părțile active în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V sau apropierea de acestea la o distanță periculoasă în instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V poate fi utilizată în cazul imposibilității îndeplinirii măsurilor stabilite în pct. 239-245 sau dacă acestea sunt insuficiente. În acest caz, distanța dintre părțile conductoare accesibile contactului simultan în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V trebuie să fie nu mai mică de 2,5 m. În interiorul zonei de accesibilitate nu trebuie să fie părți care au potențial diferit și sunt disponibile atingerii simultane.

În plan vertical zona de accesibilitate în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V trebuie să constituie 2,5 m de la suprafața pe care se află oamenii, a se vedea figura 25.

Dimensiunile indicate sunt prezentate fără luarea în considerare a utilizării mijloacelor auxiliare, cum ar fi instrumente, scări, obiecte lungi.

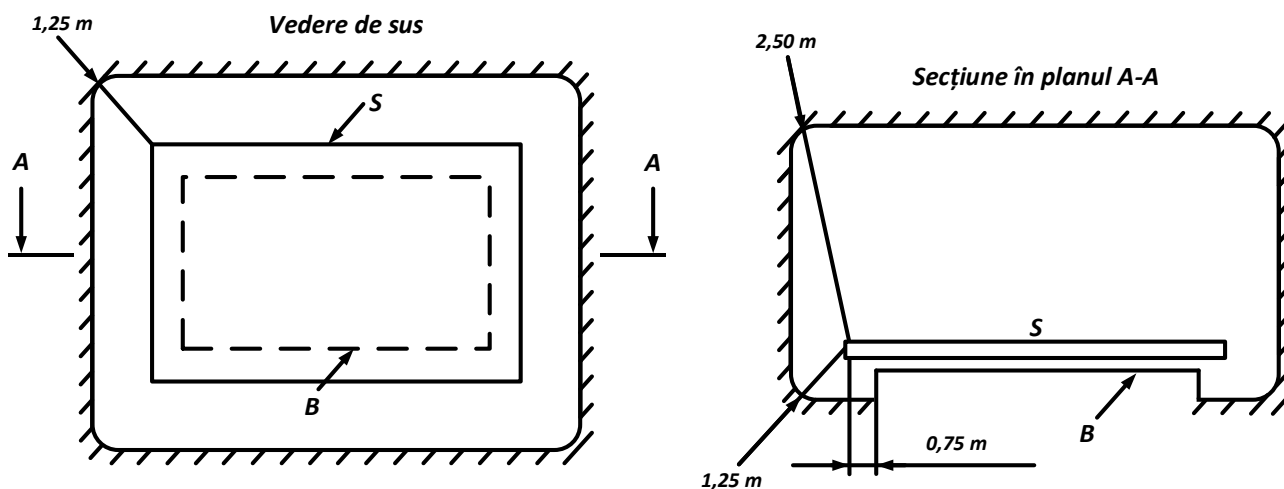



Figura 25. Zona de accesibilitate la atingere în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V:

S – suprafața pe care poate să se afle oamenii; B – baza suprafeței S;  – Limita zonei de accesibilitate la atingere a părților active cu mâna persoanei care se află pe suprafața S; 0,75; 1,25, 2,50 m – distanța de la limita suprafeței S până la zona de accesibilitate la atingere.

247. Dacă distanța până la părțile active este micșorată prin intermediul obiectelor care sunt transportate, utilizate sau ținute în mâini de oameni, de exemplu instrumente sau scară, trebuie stabilite delimitări corespunzătoare sau distanța între părțile unde pot apărea tensiuni periculoase trebuie majorată cu luarea în considerare a gabaritelor obiectului de lungime mare sau volum mare, care de obicei sunt duse prin această zonă.

248. Instalarea obstacolelor și amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere se permite numai în încăperi accesibile pentru personal calificat.

249. Limitarea intensității curentului de atingere în regimul instalat și descărcarea sarcinii electrice trebuie să protejeze oamenii și animalele la nivelele care pot fi periculoase sau tangibile. Nivelurile corespunzătoare de limitare a curentului și sarcinii electrice se stabilesc în conformitate cu SM EN 61140:2016 „Protecția împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalațiile și echipamentele electrice”. Pentru oameni:

1) intensitatea curentului care trece între părțile conductoare simultan accesibile, pentru o rezistență de 2000 Ω , trebuie să nu depășească pragul de sensibilitate și să fie nu mai mare de 0,5 mA

pentru curent alternativ și nu mai mare de 2 mA pentru curent continuu. În unele cazuri aceasta poate fi mai mare, dar să nu depășească pragul de durere;

2) sarcina înmagazinată între părțile conductoare simultan accesibile să nu depășească 0,5 mC, pragul de sensibilitate. De asemenea poate fi menționată și valoarea sarcinii înmagazinate de 50 mC, pragul de durere.

250. Ca măsură de protecție suplimentară împotriva șocurilor electrice în cazul atingerilor directe în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V este utilizarea DDR cu curentul nominal diferențial rezidual de întrerupere nu mai mare de 30 mA. Această măsură trebuie utilizată în cazul în care alte măsuri de protecție stabilite în pct. 239-246 sunt insuficiente sau este posibil refuzul asigurării protecției, precum și în cazul unor cerințe pentru instalații electrice speciale. Utilizarea DDR nu poate fi singura măsură de protecție de bază și nu exclude necesitatea utilizării uneia din măsuri stabilite în pct. 239-246.

251. În încăperile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V nu este necesară protecția de bază dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

- 1) aceste încăperi sunt marcate clar și accesul în acestea este posibil doar cu ajutorul cheii;
- 2) este asigurată posibilitatea ieșirii libere din încăpere fără cheie, chiar dacă aceasta este încuiată la cheie din exterior;
- 3) dimensiunile minime ale trecerilor de deservire corespund Titlului I.

Secțiunea 3

Măsuri de protecție de bază și protecție la defect

Subsecțiunea 1

Generalități

252. Protecția prin utilizarea tensiunii foarte joasă este o măsură de protecție care constă din unul dintre cele două circuite de tensiune foarte joase de securitate (TFJS) și foarte joase de protecție (TFJP).

Această măsură de protecție necesită:

- 1) limitarea tensiunii în circuitele TFJS sau TFJP la limita superioară a tensiunii ce nu depășește 50 V tensiune de curent alternativ sau 120 V tensiune de curent continuu în conformitate cu SM SR HD 193 S2 „Domenii de tensiuni pentru instalații electrice în construcții”;
- 2) separarea de protecție a circuitelor TFJS sau TFJP de toate celelalte circuite;
- 3) izolație de bază între circuitele TFJS sau TFJP;
- 4) numai pentru circuitele TFJS, izolație de bază între circuitele TFJS și pământ.

253. Utilizarea TFJS sau TFJP este considerată ca o măsură de protecție în toate situațiile.

254. TFJS sau TFJP în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V poate fi utilizată pentru protecția de bază și protecția la defect în combinație cu separarea electrică de protecție a circuitelor sau în combinație cu întreruperea automată a alimentării.

Subsecțiunea 2

Cerințe pentru protecția de bază și la defect

255. Protecția de bază și protecția la defect se asigură dacă se îndeplinesc următoarele condiții:

- 1) tensiunea nominală limita superioară este mai mică de 50 V tensiune de curent alternativ sau 120 V tensiune de curent continuu;
- 2) alimentarea se realizează de la una din sursele în conformitate cu pct. 260;
- 3) sunt îndeplinite condițiile indicate la pct. 261-271.

256. Tensiunea de curent continuu pentru circuitele tensiunii foarte joase generate de un convertor cu semiconductoare necesită un circuit intern de tensiune de curent alternativ care depășește tensiunea de curent continuu din motive fizice. Acest circuit intern de tensiune de curent alternativ nu este considerat ca un circuit cu tensiune mai mare în sensul acestei secțiuni. Între circuitele interne și circuitele externe este necesară separarea de protecție.

257. În circuitele de tensiune de curent continuu cu baterii, tensiunile pentru încărcarea bateriei și tensiunile în regim flotant depășesc tensiunea nominală a bateriei. Această tensiune nu necesită nici o măsură de protecție suplimentară, dacă nu este mai mare de 75 V tensiune de curent alternativ sau 150 V tensiune de curent continuu.

258. Pentru valori ale tensiunii foarte joase alternative mai mari de 25 V sau 60 V tensiune de curent continuu trebuie să fie realizată protecția împotriva atingerilor directe cu ajutorul îngrădirilor și carcaselor, învelișuri, sau izolației ce corespunde tensiunii de curent alternativ de încercare de 500 V timp de 1 min.

259. În cazul utilizării tensiunii foarte joase în combinație cu întreruperea automată a alimentării, una din ieșirile sursei tensiunii foarte joase și carcasa acestuia trebuie să fie conectate la conductorul de protecție a circuitului ce alimentează sursa.

Subsecțiunea 3

Surse pentru circuite TFJS și TFJP

260. În calitate de surse de alimentare a circuitelor TFJS și TFJP trebuie utilizate:

1) transformatoare de separare de protecție în corespundere cu SM EN 61558 „Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare, bobinelor de reactanță și produselor similare” sau altă sursă de TFJ, care asigură un grad echivalent de securitate;

2) surse de tensiune care asigură un grad de securitate echivalent cu cel al transformatorului de securitate, de exemplu motor generator cu înfășurări asigurând o separare echivalentă;

3) surse electrochimice, de exemplu baterii, sau alte surse independente a unui circuit cu tensiune mai mare, de exemplu un generator antrenat de un motor Diesel;

4) unele dispozitive electronice unde au fost stabilite măsuri de prevedere pentru a se asigura că, și în cazul unui defect intern, tensiunea la bornele de ieșire nu poate depăși valorile de la pct. 252. Exemple de astfel de dispozitive includ echipamentul de încercarea izolației și dispozitivele de monitorizare.

Dacă există tensiuni mai mari la bornele de ieșire, conformitatea cu această secțiune se asigură dacă tensiunea de ieșire este în limitele prevăzute în pct. 252 când este măsurată cu un voltmetru cu o rezistență internă nu mai mică de 3000 Ω .

5) sursele mobile de alimentare la joasă tensiune, care se selectează și se montează conform prescripțiilor pentru protecție prin utilizarea unei izolații duble sau întărite.

Subsecțiunea 4

Prevederi pentru circuitele TFJS și TFJP

261. Părțile active ale circuitelor TFJS sau TFJP trebuie să fie separate electric de alte circuite, astfel încât să se asigure separarea electrică, echivalentă separării între înfășurările primară și secundară ale transformatorului de separare.

262. Circuitele TFJS și TFJP trebuie să aibă:

1) izolație întărită între părțile active și alte circuite TFJS sau TFJP;

2) separare de protecție între părțile active ale circuitelor care nu sunt TFJS sau TFJP, asigurată prin izolație dublă sau întărită sau izolație de bază și de ecran de protecție pentru tensiunea cea mai înaltă prezentă.

263. Circuitele TFJS trebuie să aibă izolație de bază între părțile active și pământ.

264. Circuitele TFJP și/sau părțile conductoare accesibile ale echipamentului alimentat prin circuite TFJP pot fi legate la pământ. Legarea la pământ a circuitelor TFJP poate fi realizată printr-o conectare la pământ sau la un conductor de protecție din interiorul sursei.

265. Separarea de protecție a sistemului de pozare a circuitelor TFJS sau TFJP de părțile active a altor circuite, care are cel puțin izolație de bază, poate fi realizată astfel:

1) conductoarele circuitelor TFJS sau TFJP trebuie să fie închise într-o manta nemetalică sau o carcasa electroizolanta, suplimentar față de izolația de bază;

2) conductoarele circuitelor TFJS sau TFJP trebuie separate de conductoarele circuitelor cu tensiuni mai mari de 50 V curent alternativ sau 120 V curent continuu, printr-o manta metalică legată la pământ sau ecran metalic legat la pământ;

3) conductoarele circuitului la tensiuni mai mari de de 50 V curent alternativ sau 120 V curent continuu, pot fi incluse în cabluri multiconductoare sau alte grupări de conductoare dacă conductoarele TFJS sau TFJP sunt izolate pentru cea mai mare tensiune prezentă;

4) prin separare fizică;

5) sistemul de pozare al altor circuite este cu izolație dublă sau întărită în conformitate cu SM SR HD 60364-5-52 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-52: Alegerea și montarea echipamentelor electrice. Sisteme de pozare”.

266. Prizele și fișele în circuitele TFJS și TFJP trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

1) fișele să nu permită introducerea în prize pentru alte sisteme de tensiune;

2) prizele nu trebuie să permită introducerea pentru alte sisteme de tensiune;

3) fișele și prizele în sistem TFJS nu trebuie să aibă contact pentru conductor de protecție.

267. Părțile conductoare accesibile în circuitele TFJS nu trebuie legate la pământ sau la conductoarele de protecție sau părți conductoare accesibile ale altui circuit.

268. Dacă tensiunea nominală este mai mare de 25 V tensiune de curent alternativ sau 60 V tensiune de curent continuu sau dacă echipamentul este imersat, protecția de bază pentru circuite TFJS sau TFJP trebuie asigurată prin:

1) izolație de bază a părților active;

2) bariere sau carcase;

Protecția de bază nu este necesară, în general, în condiții de mediu uscat pentru:

1) circuite TFJS unde tensiunea nominală este mai mică de 25 V tensiune de curent alternativ sau 60 V tensiune de curent continuu;

2) circuite TFJP unde tensiunea nominală este mai mică de 25 V tensiune de curent alternativ sau 60 V tensiune de curent continuu și părțile conductoare accesibile și/sau părțile active sunt conectate prin conductor de protecție la borna principală de legare la pământ.

În toate celelalte cazuri protecția de bază nu este necesară dacă tensiunea nominală a circuitelor este mai mică de 12 V tensiune de curent alternativ sau 30 V tensiune de curent continuu

269. În cazul utilizării TFJS și TFJP în combinație cu separarea electrică de protecție a circuitelor, părțile conductoare accesibile nu trebuie conectate în mod intenționat la priza de pământ, conductorul de protecție sau părțile conductoare accesibile ale altor circuite sau la părțile conductoare terțe, cu excepția cazului când conectarea părților conductoare terțe cu echipamentul electric este necesară, iar tensiunea pe aceste părți nu poate depăși valoarea TFJS și TFJP.

270. TFJS și TFJP în combinație cu separarea electrică de protecție a circuitelor trebuie utilizată în cazul în care prin intermediul TFJS și TFJP trebuie asigurată protecția împotriva șocurilor electrice la deteriorarea izolației nu numai circuitelor TFJS și TFJP, dar și în cazul deteriorării izolației în alte circuite, de exemplu în circuitele ce alimentează sursa.

271. În cazul în care în instalația electrică este utilizat echipament electric cu tensiunea de curent alternativ de lucru, funcțională, ce nu depășește 50 V sau tensiunea de curent continuu 120 V,

o astfel de tensiune poate fi utilizată în calitate de măsură de protecție de bază și la defect, în cazul în care sunt respectate cerințele pct. 260-270.

Secțiunea 4 **Măsuri de protecție la defect**

Subsecțiunea 1 **Generalități**

272. Cerințele cu privire la protecția la defect se aplică pentru:

- 1) carcusele mașinilor electrice, transformatoarelor, aparatelor, corpurilor de iluminat;
- 2) dispozitivele de acționare ale aparatelor electrice;
- 3) carcusele tablourilor de distribuție, panourilor de comandă, dulapurilor de distribuție, precum și părțile detașabile sau deschizătoare, dacă pe acestea este instalat echipament electric cu tensiune de curent alternativ mai mare de 50 V sau 120 V tensiune de curent continuu. În cazuri speciale prevăzute de Normativ, protecția la defect se aplică pentru tensiunea de curent alternativ mai mare de 25 V sau tensiune de curent continuu mai mare de 60 V.

- 4) construcțiile metalice ale instalațiilor de distribuție, construcțiile de cabluri, manșoanele de cablu, mantalele și armatura cablurilor de control și de putere, mantalele conductoarelor, furtunurile și țevile conductoarelor electrice, mantalele și construcțiile de suport ale barelor colectoare și conductoare-bară, paturile de cablu, jgheburile, firele portante, funiile de oțel și benzile pe care sunt pozate cablurile și conductoarele, cu excepția firelor portante, funiilor de oțel și benzilor pe care sunt pozate cablurile cu manta sau armatură metalică legată la pământ sau la conductorul neutru, precum și alte construcții metalice pe care se instalează echipamentul electric;

- 5) mantalele și armaturile metalice ale cablurilor și conductoarelor de control și de putere cu tensiunea ce nu depășește valorile stabilite în pct. 218-221, pozate pe construcții metalice comune, inclusiv în țevi, jgheaburi, paturi de cablu comune, cu cabluri și conductoare la o tensiune mai mare;

- 6) carcuse metalice ale receptoarelor electrice mobile și portabile;

- 7) echipamentul electric, instalat pe părțile mobile ale mașinilor, mașinilor-unealtă și mecanismelor.

În cazul utilizării în calitate de măsură de protecție a întreruperii automate a alimentării, părțile conductoare accesibile indicate trebuie să fie conectate la neutrul legat direct la pământ al sursei de alimentare în sistemul TN și legate la pământ în sistemele IT și TT.

273. Nu este necesară conexiunea în mod intenționat la neutrul sursei de alimentare în sistemul TN și legarea la pământ în sistemele IT și TT a următoarelor elemente:

- 1) carcusele echipamentului electric și aparatelor, instalate pe suporturi metalice: construcții, instalații de distribuție, panouri, dulapuri, cadrul mașinilor, mașinilor-unealtă și mecanismelor, conectate la neutrul sursei de alimentare sau legate la pământ, cu asigurarea contactului electric fiabil a acestor carcuse cu suportul;

- 2) construcțiile stipulate în pct. 272 dacă se asigură contactul electric fiabil dintre aceste construcții și echipamentul electric instalat pe acestea, conectate la conductorul de protecție;

- 3) părțile detașabile sau care se deschid, ale carcaselor metalice ale camerelor instalațiilor de distribuție, dulapurilor, îngrădirilor, dacă pe părțile detașabile nu sunt instalate echipamente electrice sau dacă tensiunea echipamentului instalat nu depășește valorile specificate în pct. 218-221;

- 4) armatura izolatoarelor LEA și elementele de fixare conectate la aceasta;

- 5) conductoare accesibile ale echipamentului electric părțile cu izolație dublă;

- 6) scoabele metalice, elementele de fixare, segmentele de țevă ale protecției mecanice a cablurilor în locurile trecerii acestora prin pereți și planșee și alte piese similare ale conductoarelor

electrice cu secțiunea mai mică de 100 cm², inclusiv cutiile de extindere și de derivație ale conductoarelor electrice ascunse.

Subsecțiunea 2 Înteruperea automată a alimentării

274. La realizarea întreruperii automate a alimentării în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, toate părțile conductoare accesibile trebuie să fie conectate la neutrul legat direct la pământ al sursei de alimentare dacă este utilizat sistemul TN și legate la pământ dacă sunt utilizate sistemele IT și TT. Totodată, caracteristicile dispozitivelor de protecție utilizate pentru întreruperea automată de protecție și parametrii conductoarelor de protecție trebuie să fie în concordanță, astfel încât să se asigure timpul normat de deconectare a circuitului de către dispozitivul de comutare-protecție în corespundere cu tensiunea nominală de fază a circuitului de alimentare.

275. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V în care în calitate de măsură de protecție este utilizată întreruperea automată a alimentării trebuie să fie realizat sistemul de echipotențializare de bază în corespundere cu pct. 282, iar în caz de necesitate și un sistem de echipotențializare suplimentar în corespundere cu pct. 284 și pct. 285. Realizarea sistemelor de echipotențializare menționate se realizează în scopuri de securitate.

276. Pentru întreruperea automată a alimentării de protecție pot fi utilizate dispozitive de comutare-protecție care acționează la supracurenți și/sau la curent de defect. În cazul utilizării DDR acestea pot fi selectate pentru acționare la supracurenți sau la curent de defect.

277. Dispozitivele de protecție trebuie să întrerupă automat alimentarea conductorului de linie a circuitului sau a echipamentului în cazul unui defect cu impedanța neglijabilă între conductorul de linie și o parte conductoare accesibilă, un conductor de protecție din circuit sau un echipament în timpul maxim de întrerupere indicat la pct. 278-282.

278. În sistemul TN și TT timpul maxim admisibil de întrerupere automată a alimentării în circuitele terminale cu curentul de funcționare mai mic de 32 A trebuie să nu depășească valorile stabilite în tabelul 58.

Tabelul 58. Timpul maxim admisibil de întrerupere automată a alimentării pentru sistemul TN și TT aplicat circuitelor finale care nu depășesc 32 A

Tensiunea nominală de fază $U_0, V^{2)}$	Timpul maxim de întrerupere ³⁾ , sec., în instalațiile electrice de			
	curent alternativ pentru sistemul		curent continuu pentru sistemul	
	TN	TT	TN	TT
$50 < U_0 \leq 120$	0,8	0,3	-	- ¹⁾
$120 < U_0 \leq 230$	0,4	0,2	5,0	0,4
$230 < U_0 \leq 400$	0,2	0,07	0,4	0,2
$U_0 > 400$	0,1	0,04	0,1	0,1

Notă: 1) Întreruperea poate fi necesară pentru alte motive decât protecția împotriva șocurilor electrice;

2) U_0 este tensiunea nominală de curent alternativ sau curent continuu între fază și pământ;

3) Timpul maxim de întrerupere corespundere pentru o tensiune de atingere $U_L=50$ V.

279. Valorile timpului maxim de întrerupere automată a alimentării, prezentate în tabelul 58, se consideră suficiente pentru asigurarea securității electrice, inclusiv în circuitele terminale care alimentează receptoarele electrice mobile și portabile și sculele electrice manuale de clasa 1.

280. În circuitele electrice din sistemul TN ce alimentează tablourile de distribuție, terminale, de etaj, timpul de întrerupere automată a alimentării trebuie să nu depășească 5 sec.

281. În circuitele electrice din sistemul TT ce alimentează tablourile de distribuție, terminale, timpul de întrerupere automată a alimentării trebuie să nu depășească 1 sec.

282. Pentru circuitele de distribuție și terminale din sistemul TN cu curentul de funcționare mai mare de 32 A, care alimentează receptoare electrice staționare de la tablouri de distribuție sau tablouri terminale, valorile timpului maxim admisibil de întrerupere automată a alimentării stabilite în tabelul 58 pot fi majorate, dar nu mai mult de 5 sec. cu îndeplinirea prevederilor pct. 400 și condiției:

1) impedanța totală Z_{PE} a conductorului de protecție PE dintre BPLP și tabloul de distribuție sau terminal nu depășește valoarea:

$$Z_{PE} \leq 50 \cdot \frac{Z_{L-0}}{U_0}, \Omega$$

unde: Z_{L-0} este impedanța totală a buclei de defect, Ω ;

U_0 – tensiunea nominală de fază a circuitului, V;

50 – căderea de tensiune pe segmentul conductorului de protecție dintre BPLP și tabloul de distribuție sau tablouri terminale, V.

283. Caracteristicile dispozitivului de protecție și impedanțele circuitului în sistemul TN trebuie să satisfacă următoarea condiție:

$$Z_{L-0} \cdot I_a \leq U_0,$$

unde: Z_{L-0} este impedanța buclei de defect care include, sursa, conductorul de linie până la punctul de defect și conductorul de protecție între punctul de defect și sursă, Ω ;

I_a – curentul electric care produce funcționarea automată a dispozitivului de protecție conform pct. 278-282. În cazul utilizării DDR acest curent electric este curentul diferențial rezidual de funcționare care asigură întreruperea în timpul specificat conform tabelul 58, A;

U_0 – tensiunea nominală de curent alternativ sau continuu între fază și pământ, V.

Dispozitivul DDR se utilizează doar în cazul în care timpii de întrerupere automată a alimentării sunt în conformitate cu tabelul 58.

284. DDR poate fi instalat în circuitele terminale a instalației electrice pentru receptoare sau echipamente separate, pentru grupe de receptoare electrice și la intrare în tabloul electric.

285. Nu se permite utilizarea DDR care acționează la curent de defect în circuitele electrice trifazate în sistemul TN-C cu patru conductoare. Nu se permite utilizarea DDR în circuitele echipamentelor tehnologice, deconectarea cărora poate duce la apariția situațiilor periculoase pentru personal, deconectarea alarmelor de incendiu și poate crea pericole de securitate.

286. În cazul necesității utilizării DDR pentru protecția unor receptoare electrice separate alimentate în sistemul TN-C, conductorul de protecție PE a receptorului electric trebuie să fie conectat la conductorul PEN al circuitului de alimentare a receptorului până la dispozitivul de protecție.

287. Alimentarea instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V de la o sursă cu neutrul direct legat la pământ și cu părțile conductoare accesibile legate la pământ cu ajutorul prizei de pământ neconectată la neutrul sursei în sistemul TT, se permite numai în cazurile în care condițiile de securitate în sistemul TN nu pot fi asigurate. În general, în instalațiile electrice în care este utilizat sistemul TT, pentru protecția la defect trebuie utilizate dispozitivele DDR. Ca alternativă, pot fi utilizate dispozitive de protecție la supracurent pentru protecția la defect, numai dacă este asigurată o valoare a impedanței Z_{L-0} conform pct. 290.

288. În cazul utilizării DDR pentru protecția la defect în sistemul TT, trebuie îndeplinite cerințele pct. 278 și 281, precum și următoarea condiție:

$$R_a \cdot I_{\Delta n} \leq 50 V,$$

unde: R_a este suma rezistenței prizei de pământ și a conductorului de protecție pentru părțile conductoare accesibile, Ω ;

$I_{\Delta n}$ – curentul diferențial rezidual de funcționare a DDR, A;

În acest caz protecția la defect este asigurată dacă impedanța de defect nu este neglijabilă. În cazul în care rezistența electrică R_a nu este cunoscută poate fi înlocuită prin impedanță Z_{L-0} .

Timpul de întrerupere automată a alimentării în conformitate cu tabelul 58 se referă la curenții diferențiali reziduali de defect prezumați, semnificativ mai mari decât curentul nominal de funcționare $I_{\Delta n}$ al DDR.

289. Dacă pentru protecția la defect se utilizează DDR fără protecție la supracurent integrată, circuitul trebuie protejat de asemenea printr-un dispozitiv de protecție la supracurent conform SM HD 60364-4-43:2024 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-43: Protecție pentru asigurarea securității. Protecție împotriva supracurenților”.

290. În cazul în care este utilizat un dispozitiv de protecție la supracurent, în sistemul TT, trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$Z_{L-0} \cdot I_a \leq U_0,$$

unde: Z_{L-0} este impedanța buclei de defect care include, sursa, conductorul de linie până la punctul de defect, conductorul de protecție a părților conductoare accesibile, conductorul de legare la pământ, priza de pământ a instalației și priza de pământ a sursei, Ω ;

I_a – curentul electric care produce funcționarea dispozitivului de întrerupere automată în timpul specificat în pct. 290. În cazul utilizării DDR acest curent electric este curentul diferențial rezidual de funcționare care asigură întreruperea în timpul specificat în conformitate cu pct 290, A;

U_0 – tensiunea nominală de curent alternativ între fază și pământ, V.

291. Dacă în sistemul TT întreruperea se realizează de un dispozitiv de protecție la supracurent și toate părțile conductoare terțe în cadrul instalației sunt conectate la sistemul de echipotențializare, pot fi utilizați timpii maximi de întrerupere aplicabili pentru sistemul TN.

292. În sistemul IT timpul de întrerupere automată a alimentării la puneri duble la părțile conductoare accesibile trebuie să nu depășească valorile stabilite în tabelul 59.

Tabelul 59. Timpul maxim admisibil de întrerupere automată a alimentării pentru sistemul IT

Tensiunea nominală de linie U_0 , V	Timpul maxim de întrerupere, sec.
230	0,8
400	0,4
690	0,2
$U_0 > 690$	0,1

293. În cazul unui defect simplu la o parte conductoare accesibilă sau la pământ, atunci când curentul de defect este mic, întreruperea automată a alimentării conform pct. 292 nu este obligatorie dacă se îndeplinesc condițiile conform pct. 294. Totodată, trebuie luate măsuri de înlăturare, cât mai curând posibile, a primului defect pentru a preveni posibilitatea de șoc electric la apariția celui de al doilea defect. Pentru a reduce supratensiunile sau pentru atenuarea oscilațiilor de tensiune, poate fi necesară realizarea legării la pământ prin impedanțe sau puncte neutre artificiale.

294. Părțile conductoare accesibile trebuie legate la pământ individual, în grup sau colectiv. Pentru limitarea tensiunilor de atingere în circuitele de tensiune de curent alternativ trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$R_a \cdot I_d \leq 50 V,$$

unde: R_a este suma rezistențelor prizei de pământ și a conductorului de protecție la părțile conductoare accesibile, Ω ;

I_d – curentul de defect al unui prim defect cu impedanța neglijabilă între un conductor de linie și o parte conductoare accesibilă. Valoarea curentului I_d reflectă curenții electrici de scurgere de suprafață și de impedanța totală a instalației, A.

295. În sistemul IT pot fi utilizate următoarele dispozitive de monitorizare și protecție:

- 1) dispozitive de monitorizare a izolației;
- 2) dispozitive de monitorizare a curentului diferențial rezidual;
- 3) sisteme de localizarea defectului izolației;
- 4) dispozitive de protecție la supracurent;
- 5) DDR.

Dacă se utilizează un DDR, nu poate fi exclusă declanșarea acestuia în cazul unui prim defect datorită curenților electrici capacitivi de scurgere de suprafață.

296. În cazurile când se adoptă sistemul IT din motive de continuitate a alimentării, trebuie prevăzut un dispozitiv de monitorizare a izolației pentru a identifica apariția unui prim defect de la o parte activă la părțile conductoare accesibile sau la pământ. Acest dispozitiv trebuie să producă un semnal acustic și/sau optic care trebuie să continue atât timp cât defectul persistă. Dacă există atât semnal acustic cât și optic, este permis ca semnalul acustic să fie anulat.

297. După apariția unui prim defect, condițiile pentru o întrerupere automată a alimentării în cazul unui al doilea defect apărut la un conductor activ trebuie să fie următoarele:

1) dacă părțile conductoare accesibile sunt interconectate printr-un conductor de protecție legat colectiv la pământ la același sistem de legare la pământ, se aplică cerințele pct. 292. Dacă conductorul neutru în circuitele de tensiune de curent alternativ și respectiv în circuitele de tensiune de curent continuu dacă conductorul median nu este distribuit atunci trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$2I_a \cdot Z_{L-0} \leq U,$$

În cazul în care conductorul neutru sau respectiv median este distribuit atunci trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$2I_a \cdot Z'_{L-0} \leq U_0,$$

unde: U este tensiunea nominală de curent alternativ sau continuu între conductoarele de linie, V.

U_0 – tensiunea nominală de curent alternativ sau continuu între conductorul de linie și conductorul neutru, V.

Z_{L-0} – impedanța buclei de defect care cuprinde conductorul de linie și conductorul de protecție a circuitului, Ω ;

Z'_{L-0} – impedanța buclei de defect care cuprinde conductorul de linie și conductorul neutru sau respectiv median al circuitului, Ω ;

I_d – curentul care produce funcționarea dispozitivului de protecție în intervalul de timp conform pct. 294, A.

2) dacă părțile conductoare sunt legate la pământ în grup sau individual trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$R_a \cdot I_a \leq 50 V,$$

unde: R_a este suma rezistențelor prizei de pământ și a conductorului de protecție la părțile conductoare accesibile, Ω ;

I_a – curent electric care produce întreruperea automată a dispozitivului de protecție în timpul corespunzător cu tabelul 58, sau timpului corespunzător pct. 278.

298. Dacă timpul de întrerupere automată a alimentării nu asigură condițiile stipulate în pct. 278 și 280 pentru sistemul TN și pct. 292 pentru sistemul IT, protecția la defect pentru părți separate ale instalației electrice sau receptoare electrice individuale, poate fi realizată utilizând

izolația dublă sau întărită, echipament electric de clasa a II-a, tensiunea foarte joasă, echipament electric de clasa a III-a, separarea electrică de protecție a circuitelor sau încăperi, zone, platforme izolante.

Subsecțiunea 3 **Sistemul de echipotențializare**

299. Sistemul de echipotențializare trebuie să includă sistemul de echipotențializare de bază și după caz sistemul de echipotențializare de protecție suplimentar.

300. Sistemul de echipotențializare de bază în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V trebuie să interconecteze următoarele părți conductoare, a se vedea figura 26:

- 1) conductorul de protecție PE sau PEN al liniei de alimentare în sistemul TN;
- 2) conductorul de legare la pământ, conectat la ILP a instalației electrice în sistemele IT și TT;
- 3) conductorul de legare la pământ, conectat la priza repetată de pământ la intrare în clădire;
- 4) țevile metalice de comunicație care intră în clădire: de alimentare cu apă caldă și rece, canalizare, încălzire, alimentare cu gaz. Dacă conducta de alimentare cu gaz are o bușă electroizolantă la intrare în clădire, la sistemul de echipotențializare de bază se conectează numai acea parte a conductei, care se află de partea clădirii în raport cu elementul electroizolant;
- 5) părțile metalice ale carcaselor clădirilor;
- 6) părțile metalice ale sistemelor centralizate de ventilație și condiționare. În cazul prezenței sistemelor descentralizate de ventilație și condiționare, conductele de aer metalice trebuie conectate la bara PE a tablourilor de alimentare a ventilatoarelor și echipamentelor de condiționare a aerului;
- 7) ILP a instalației de protecție împotriva trăsnetului;
- 8) conductorul de legare la pământ a prizei de pământ funcționale, dacă este prezent și lipsesc restricții cu privire la conectarea circuitului prizei funcționale la ILP de protecție;
- 9) mantalele metalice ale cablurilor de telecomunicații.

Părțile conductoare care intră în clădire din exterior, trebuie conectate cât mai aproape de punctul de intrare a acestora în clădire.

Pentru conectarea la sistemul de echipotențializare de bază a tuturor părților indicate, acestea trebuie să fie conectate la BPLP cu ajutorul conductoarelor de echipotențializare.

Într-o încăpere la bara PE a tabloului de distribuție sau terminal trebuie să fie conectate toate părțile conductoare accesibile ale instalației electrice și toate părțile conductoare terțe.

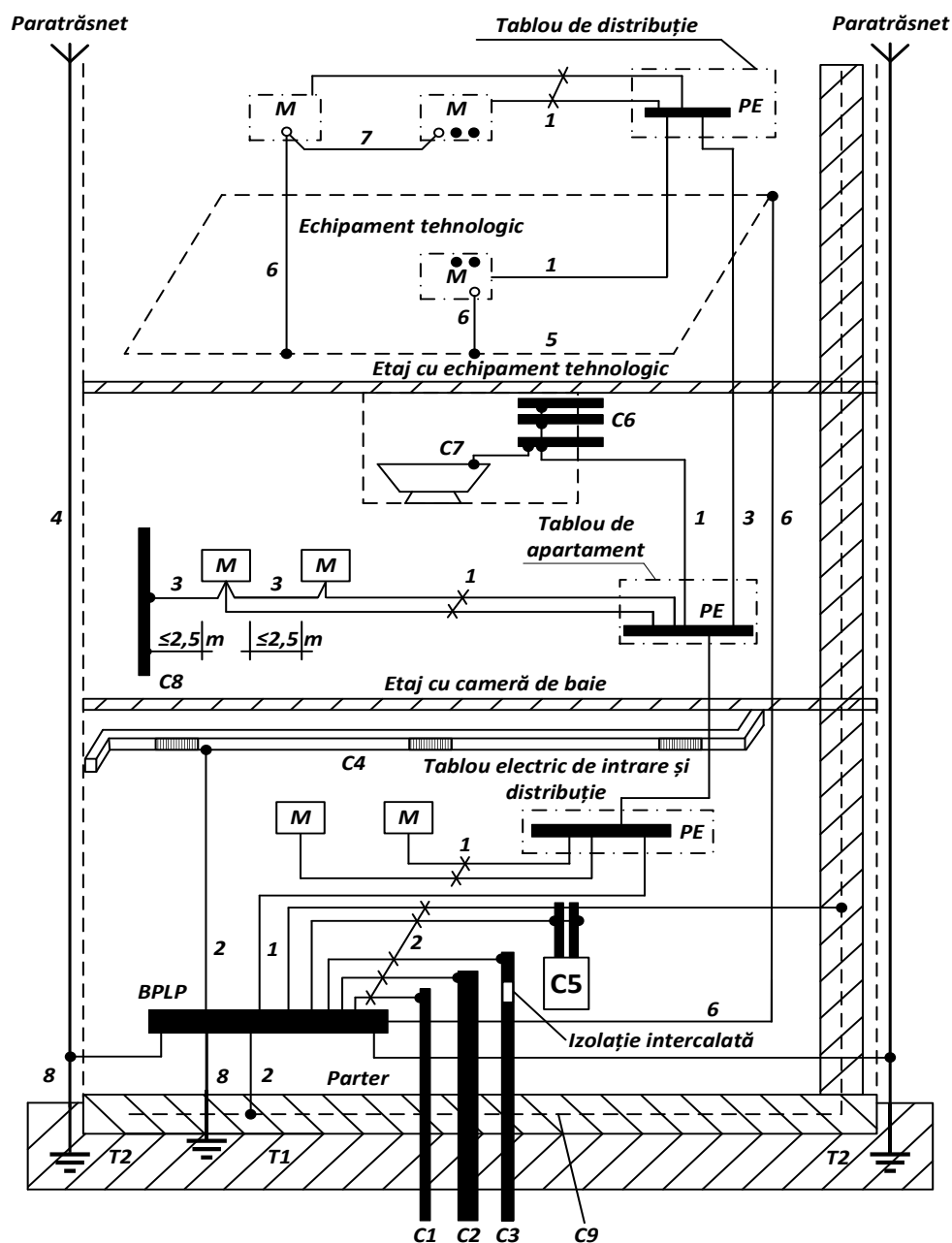


Figura 26. Sistemul de echipotențializare în clădiri:

M – părți conductoare accesibile; *C1* – conductă metalică de apă, din exterior; *C2* – conductă metalică de apă uzată (canalizare), din exterior; *C3* – conductă metalică de gaz cu element electroizolant; *C4* – conducte de ventilație și aer condiționat; *C5* – sistem de încălzire; *C6* – conductă metalică de apă, în baie; *C7* – cadă metalică; *C8* – părți conductoare terțe în zona de accesibilitate la atingere a părților conductoare accesibile; *C9* – armatura construcțiilor de beton armat; BPLP – bara principală de legare la pământ; T1 – priză de pământ naturală; T2 – priză de pământ a instalației de protecție împotriva trăsnetului, dacă este necesar; 1 – conductor de protecție; 2 – conductor a sistemului de echipotențializare de bază; 3 – conductor al sistemului de echipotențializare suplimentar; 4 – conductor de coborâre pentru instalația de protecție împotriva trăsnetului; 5 – conturul, magistrala, prizei de pământ funcționale în încăperea de echipamente; 6 – conductor de legare la pământ funcțional; 7 – conductor de echipotențializare în sistemul de legare la pământ funcțional; 8 – conductor de legare la pământ.

301. Sistemul de echipotențializare de protecție suplimentar trebuie să fie realizat în calitate de protecție suplimentară la defect.

302. Legătura de echipotențializare de protecție suplimentară trebuie realizată când distanța dintre părțile conductoare simultan accesibile sau părți conductoare terțe ale instalației electrice sau ale echipamentului electric este mai mică de 2,5 m.

303. Utilizarea legăturii de echipotențializare de protecție suplimentară nu trebuie să excludă necesitatea întreruperii alimentării din alte motive (de exemplu, protecția împotriva focului, solicitării termice a echipamentului etc.).

304. Legătura de echipotențializare de protecție suplimentară poate implica întreaga instalație electrică, o parte a acesteia sau oricare echipament.

305. Sistemul de echipotențializare de protecție suplimentar, trebuie să includă toate părțile conductoare simultan accesibile ale echipamentului electric fix și părțile conductoare terțe, inclusiv părțile metalice accesibile la atingere ale construcțiilor din beton armat ale clădirilor. La sistemul de echipotențializare trebuie conectate conductoarele de protecție ale întregului echipament electric în sistemul TN și conductoarele de legare la pământ de protecție în sistemele IT și TT, inclusiv conductoarele de protecție ale prizelor.

306. Legătura de echipotențializare de protecție suplimentară trebuie să fie fiabilă și continuă. Eficiența legăturii de echipotențializare de protecție suplimentară se confirmă prin îndeplinirea condiției următoare cu privire la rezistența R între părțile conductoare simultan accesibile și părțile conductoare terțe:

$$R \leq \frac{50 V}{I_a}, \text{ în circuite de tensiune de curent alternativ;}$$

$$R \leq \frac{120 V}{I_a}, \text{ în circuite de tensiune de curent continuu;}$$

unde: I_a – este curentul electric de funcționare a dispozitivului de protecție, A, care este egal cu:

- 1) pentru DDR – curentul nominal diferențial de declanșare $I_{\Delta n}$;
- 2) pentru dispozitive de supracurent – curentul de declanșare la 5 sec.

307. Pentru echipotențializare pot fi utilizate conductoare special prevăzute sau părți conductoare accesibile sau terțe, dacă acestea corespund cerințelor pct. 396 privind conductoarele de protecție în ceea ce privește conductivitatea și continuitatea circuitului electric.

Subsecțiunea 4 **Izolația dublă sau întărită**

308. Izolația dublă sau întărită este o măsură de protecție prin care:

1) protecția de bază este asigurată printr-o izolație de bază și protecția la defect este asigurată printr-o izolație suplimentară;

2) protecția de bază și protecția la defect sunt asigurate printr-o izolație întărită între părțile active și părțile accesibile.

Această măsură de protecție este destinată să prevină apariția de tensiuni periculoase la părțile accesibile ale echipamentului electric printr-un defect al izolației de bază.

309. Protecția prin intermediul izolației duble sau întărite poate fi asigurată prin utilizarea echipamentelor electrice de clasa a II-a de protecție sau prin încorporarea echipamentului electric, care are doar izolația de bază a părților active în manta izolantă.

310. Părțile conductoare ale echipamentului electric cu izolație dublă nu trebuie să fie conectate la conductorul de protecție și la sistemul de echipotențializare.

Subsecțiunea 5

Separarea electrică de protecție a circuitelor

311. Separarea electrică este o măsură de protecție prin care protecția la defect este asigurată prin separarea simplă a circuitului de alte circuite sau față de pământ.

312. Separarea electrică de protecție a circuitelor trebuie utilizată pentru un singur circuit.

Tensiunea maximă de funcționare a circuitului separat trebuie să nu depășească valoarea de 500 V.

313. Alimentarea circuitului separat trebuie realizată de la transformatorul de separare ce corespunde cerințelor SM EN 61558 „Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare, bobinelor de reactanță și produselor similare” sau de la altă sursă de TFJP sau TFJS care asigură un grad echivalent de securitate.

314. Părțile conductoare accesibile ale circuitelor de separare nu trebuie conectate la nici una din părțile conductoarele accesibile ale altui circuit, la pământ sau la un conductor de protecție.

315. Părțile active ale circuitului, alimentate de la transformatorul de separare nu trebuie să aibă conexiuni cu părțile legate la pământ și conductoarele de protecție ale altor circuite.

316. Conductoarele circuitelor, care se alimentează de la transformatoare de separare, trebuie să fie amenajate separat de alte circuite. Dacă această soluție nu poate fi realizată, atunci pentru astfel de circuite trebuie utilizat cablu fără manta metalică, armatură, ecran sau conductoare izolate, pozate în țevi izolante, jgheaburi și canale de cablu cu condiția că, tensiunea nominală a acestor cabluri și conductoare corespunde celei mai mari tensiuni a circuitelor pozate în comun, iar fiecare circuit este protejat împotriva supracurenților.

317. Dacă de la transformatorul de separare se alimentează numai un singur receptor electric, atunci părțile conductoare accesibile ale acestuia nu trebuie conectate la conductorul de protecție și nici la părțile conductoare accesibile ale altor circuite.

318. Se permite alimentarea mai multor receptoare electrice de la un singur transformator de separare, cu îndeplinirea concomitentă a următoarelor condiții:

1) părțile conductoare accesibile ale circuitului separat nu trebuie să aibă legătură electrică cu carcasa metalică a sursei de alimentare;

2) părțile conductoare accesibile ale circuitului separat trebuie să fie interconectate cu conductoare izolate ale sistemului de echipotențializare local, neconectate la pământ și care nu au conexiuni cu conductoarele de protecție și părțile conductoare accesibile ale altor circuite;

3) toate prizele trebuie să aibă contact de protecție conectat la sistemul de echipotențializare local ce nu este legat la pământ;

4) toate cablurile flexibile, cu excepția celor care alimentează echipamente de clasa a II-a de protecție, trebuie să aibă conductor de protecție utilizat în calitate de conductor de echipotențializare;

5) timpul de deconectare a dispozitivului de protecție, în cazul unei puneri duble la părțile conductoare accesibile, trebuie să nu depășească valorile prezentate în tabelul 59.

Subsecțiunea 6

Încăperi, zone, platforme izolante

319. Încăperi, zone, platforme izolante, neconductoare, pot fi utilizate în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, în cazul în care cerințele cu privire la întreruperea automată a alimentării nu pot fi îndeplinite, iar utilizarea altor măsuri de protecție este imposibilă sau nu este rațională.

320. Rezistența, în raport cu zona de dispersie, a podelei și pereților izolanți a încăperilor, zonelor și platformelor, în orice punct, trebuie să fie nu mai mică de:

1) 50 k Ω pentru tensiunea nominală a instalației electrice mai mică de 500 V, măsurată cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V;

2) 100 k Ω pentru tensiunea nominală a instalației electrice mai mare de 500 V, măsurată cu megohmmetrul la tensiunea 1000 V.

321. Dacă în orice punct rezistența este mai mică decât valorile specificate, podeaua și pereții se consideră părți conductoare terțe din punct de vedere a protecției împotriva șocurilor electrice. Corespunzător, astfel de încăperi, zone, platforme nu trebuie să fie considerate în calitate de măsură de protecție împotriva șocurilor electrice.

322. Pentru încăperi, zone, platforme izolante se permite utilizarea echipamentului electric de clasa 0, cu respectarea a cel puțin uneia din următoarele condiții:

1) părțile conductoare accesibile sunt îndepărtate una de alta și de părțile conductoare terțe la o distanță nu mai mică de 2,5 m. Se permite micșorarea acestei distanțe în afara zonei de accesibilitate la atingere până la 1,25 m;

2) părțile conductoare accesibile sunt separate de părțile conductoare terțe cu obstacole din material izolant. În același timp, pe o parte a obstacolelor se asigură distanțe nu mai mici decât cele specificate în sbp. 1). Se interzice legarea la pământ sau la părțile conductoare accesibile a obstacolelor. De regulă obstacolele trebuie să fie fabricate din materiale izolante;

3) părțile conductoare terțe sunt acoperite cu izolație care rezistă la tensiunea de încercare nu mai mică de 2000 V timp de 1 min. În regim normal de funcționare curentul de scurgere trebuie să nu fie mai mare de 1 mA.


323. În încăperi și/sau zone izolante nu trebuie să se prevadă conductoare de protecție. Totodată, trebuie să fie prevăzute măsuri pentru a preveni pătrunderea potențialului din exterior către părțile conductoare ale încăperii. Podeaua și pereții acestor încăperi nu trebuie să fie supuse influenței umidității.



Subsecțiunea 7

Corelarea echipamentelor electrice și a măsurilor de protecție în instalația electrică

324. În cazul realizării măsurilor de protecție în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, clasele echipamentului electric utilizat în funcție de modul de protecție a persoanelor împotriva șocurilor electrice conform SM EN 61140:2016 „Protecție împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalații și echipamente electrice” și SM SR EN 50274:2010 „Ansambluri de aparat de joasă tensiune. Protecția împotriva șocurilor electrice. Protecția împotriva contactului direct involuntar cu părți active periculoase” trebuie să fie în conformitate cu tabelul 60.

Tabelul 60. Utilizarea echipamentului electric în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V

Clasa de protecție a echipamentului electric conform SM EN 61140:2016	Etichetarea pe echipamentul electric sau în instrucțiuni	Simbolul	Condițiile de conectare a echipamentului electric la instalația electrică
Clasa I	Marcarea clemei echipotenzializării de protecție cu simbolul grafic IEC 60417-5019:2006-08 sau literele „PE”, sau combinație de culori verde-galben		Conectarea acestei clemei la sistemul de echipotenzializare de protecție a instalației electrice

Clasa II	Marcarea cu simbolul grafic IEC 60417-5172:2003-02 (pătrat dublu)		Fără luarea în calcul a măsurilor de protecție utilizate în instalația electrică
Clasa III	Marcare cu simbolul grafic IEC 60417-5180:2003-02 (cifra romană III într-un romb)		Conectarea numai la sistemele TFJS și TFJP

325. Echipamentul electric de clasa 0 (fără marcaj) este echipamentul la care izolația de bază se utilizează în calitate de măsură de protecție de bază, iar măsuri de protecție la defect nu sunt prevăzute.

Toate părțile conductoare care nu sunt separate de părțile active prin intermediul izolației de bază, trebuie considerate ca fiind părți periculoase sub tensiune.

Clasa 0 trebuie utilizată numai pentru echipamente electrice destinate conectării prin intermediul unui șnur și a unei fișe la circuitele electrice care funcționează la o tensiune care nu depășește 150 V în raport cu solul.

326. Echipament electric de clasa I este echipamentul la care cel puțin o măsură de protecție este utilizată pentru protecția de bază, iar conexiunea la conductorul de protecție este utilizată ca măsură de protecție la defect.

Toate părțile conductoare care nu sunt separate de părțile active, prin intermediul izolației de bază cel puțin, trebuie considerate ca fiind părți periculoase sub tensiune. Această cerință se aplică, de asemenea, părților conductoare care sunt separate prin intermediul izolației de bază, dar sunt conectate la părțile active prin componente care nu sunt proiectate pentru tensiunile specificate pentru izolația de bază.

Părțile conductoare accesibile a echipamentului electric trebuie să fie conectate la cleva destinată conductorului de protecție.

Părțile conductoare care pot fi atinse nu reprezintă părți conductoare deschise dacă sunt separate de părțile active prin intermediul unei separări electrice de protecție.

Mijloacele de conexiune, cu excepția conexiunilor cu fișă și ștecher, trebuie să fie clar identificate prin simbolul grafic IEC 60417-5019:2006-08, sau prin literele „PE”, sau prin combinația bicoloră de verde și galben în conformitate cu SM EN IEC 60445:2022 „Principii fundamentale și de securitate pentru interfața om-mașină, marcare și identificare. Identificarea bornelor echipamentelor, a extremităților conductoarelor și a conductoarelor”. Marcajele nu trebuie să fie plasate pe buloane, piulițe sau alte părți care pot fi îndepărtate când conductoarele sunt conectate.

Pentru echipamentele electrice, inclusiv echipamentele fixe, conectate prin intermediul unui cablu flexibil, trebuie luate așa măsuri de securitate încât, în cazul unei defecțiuni a mecanismului de fixare, conductorul de protecție din cablul flexibil să fie întrerupt ultimul.

327. Echipamentele electrice de clasa II cuprind echipamente la care izolația de bază este utilizată în calitate de măsură de protecție de bază, iar izolația suplimentară – în calitate de măsură de protecție la defect, sau în care protecția de bază și la defect se asigură prin intermediul izolației întărite.

Părțile conductoare accesibile și suprafețele accesibile ale părților din material izolant trebuie să fie separate de părțile active prin intermediul izolației duble sau întărite, sau să aibă dispozitive constructive care asigură o protecție echivalentă.

Pentru echipamentul electric care face parte dintr-o instalație electrică fixă, această cerință trebuie îndeplinită în cazul când echipamentul electric este instalat corect. Aceasta înseamnă că, la necesitate, izolația (de bază, suplimentară sau întărită) și impedanța de protecție trebuie să fie

asigurate fie de către uzina producătoare, fie în timpul instalării echipamentului electric, după cum este specificat în instrucțiunile uzinei producătoare.

Toate părțile conductoare care sunt separate de părțile active, numai prin intermediul izolației de bază sau aranjamentelor constructive care asigură o protecție echivalentă, trebuie separate de suprafața accesibilă prin intermediul izolației suplimentare sau a aranjamentelor constructive care asigură o protecție echivalentă.

Toate părțile conductoare care nu sunt separate de părțile active prin intermediul a cel puțin izolației de bază, trebuie considerate ca fiind părți periculoase sub tensiune.

Carcasa nu trebuie să conțină buloane sau alte mijloace de fixare din material izolant în cazul în care aceste buloane sau alte mijloace de fixare trebuie demontate sau pot fi demontate în timpul instalării, mentenanței și dacă înlocuirea acestora cu buloane metalice sau alte mijloace de fixare ar putea înrăutăți izolația necesară.

Izolația echipamentelor electrice de clasa II trebuie să corespundă cu prevederile SM EN IEC 60664-1:2020 „Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune. Partea 1: Principii, prescripții și încercări”.

Echipamentele electrice de clasa II trebuie marcate cu simbolul grafic din IEC 60417-5172:2003-02, aplicat adiacent cu informația sursei de alimentare, de exemplu pe plăcuța cu datele tehnice, în așa mod încât să fie clar că simbolul face parte din informațiile tehnice și nu poate fi confundat în niciun caz cu numele producătorului sau cu alte marcaje de identificare.

În cazul în care echipamentul electric de clasa II are o clemă de legare la pământ funcțională, această clemă trebuie identificată prin simbolul grafic IEC 60417- 5018:2011-07.

328. Echipamentul electric de clasa III este echipamentul la care limitarea tensiunii până la valorile tensiunii foarte joase este utilizată în calitate de măsură de protecție de bază, iar măsuri de protecție la defect nu sunt prevăzute.

Echipamentul electric trebuie să fie proiectat pentru o tensiune nominală maximă care nu depășește 50 V în curent alternativ sau 120 V în curent continuu (fără pulsații).

Conform prevederilor SM HD 60364-4-41:2018 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-41:Măsuri de protecție pentru asigurarea securității”. Protecția împotriva șocurilor electrice”, echipamentul electric de clasa III se permite numai pentru conectare la sistemele TFJP și TFJS.

În cazul unei singure defecțiuni în echipamentul electric, nici o tensiunea de atingere stabilită care poate apărea sau poate fi generată, nu trebuie să depășească valorile de 50 V în curent alternativ sau 120 V în curent continuu.

Echipamentul electric de clasa III nu trebuie asigurat cu mijloace de conexiune a conductorului de protecție. În același timp, echipamentul poate fi prevăzut cu mijloace de conexiune la pământ în scopuri funcționale (diferite de cele de protecție), în cazul când asemenea necesitate este stabilită de cerințele uzinei producătoare.

În niciun caz, echipamentul electric de clasa III nu trebuie să fie prevăzut cu mijloace pentru conectarea la pământ a părților active.

Echipamentul electric de clasa III trebuie marcat cu simbolul grafic IEC 60417-5180:2003-02. Această cerință nu se aplică dacă mijloacele de conexiune la sursa de alimentare sunt astfel concepute încât să poată să asigure o conexiune exclusivă doar la o sursă de alimentare special concepută pentru sistemele TFJP și TFJS.

CAPITOLUL III INSTALAȚII DE LEGARE LA PĂMÂNT ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE

Secțiunea 1

Instalații de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul sursei efectiv legat la pământ

329. ILP ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul sursei efectiv legat la pământ, trebuie executate cu respectarea cerințelor cu privire la rezistența acestora în conformitate cu pct. 331-336 sau la tensiunea de atingere în conformitate cu pct. 337-340. Totodată, ILP trebuie executate cu respectarea cerințelor cu privire la caracteristicile constructive în conformitate cu pct. 341-347 și cu privire la limitarea tensiunii pe ILP în conformitate cu pct. 330. Cerințele pct. 330-347 nu se aplică la ILP ale stâlpilor LEA.

330. Tensiunea pe ILP la parcurgerea prin aceasta a curentului de punere la pământ trebuie să nu depășească 10 kV. Tensiunea mai mare de 10 kV se permite pe ILP, pe care se exclude transferul potențialelor în afara clădirilor și îngrădirilor exterioare ale instalațiilor electrice. Pentru tensiuni mai mari de 5 kV pe ILP trebuie prevăzute măsuri pentru protecția izolației cablurilor de ieșire de comunicație și telemecanică și pentru a preveni transferul potențialelor periculoase în afara instalației electrice.

331. ILP care se realizează cu respectarea cerințelor în raport cu rezistența acesteia și trebuie să aibă, în orice perioadă a anului, valoarea nu mai mare de $0,5 \Omega$, cu luarea în considerare a rezistenței prizelor de pământ naturale și artificiale.

332. În scopul dirijării distribuției potențialelor și asigurării conexiunii echipamentului electric la priza de pământ pe teritoriul ocupat de echipament, trebuie amenajați electrozi de pământ longitudinali și transversali interconectați într-o grilă de legare la pământ.

333. Electrozii longitudinali trebuie să fie pozați de-a lungul axelor echipamentului electric din partea de deservire la adâncimea de 0,5-0,7 m de la suprafața solului și la distanța de 0,8-1,0 m de la fundații sau baza echipamentului. Se permite majorarea distanței de la fundații sau bazele echipamentului până la 1,5 m cu pozarea unei singure prize de pământ pentru două rânduri de echipament, dacă părțile de deservire sunt față în față, iar distanța dintre bazele și fundațiile a două rânduri nu depășește 3,0 m.

334. Electrozii transversali trebuie pozați în locuri comode între echipamentul electric la o adâncime de 0,5-0,7 m de la suprafața solului. Distanța dintre aceștia poate fi în creștere de la periferie spre centrul grilei de legare la pământ. În acest caz, prima și următoarea distanță, începând de la periferie, trebuie să nu depășească valorile de 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11,0; 13,5; 16,0; 20,0 m. Dimensiunile celulelor grilei de legare la pământ, adiacente la locurile de conexiune a neutrelor transformatoarelor de putere și scurtcircuitoarelor la ILP, trebuie să nu depășească 6x6 m.

335. Electrozii orizontali trebuie pozați pe perimetrul zonei teritoriului ocupat de ILP astfel încât aceștia în comun să formeze un contur închis.

336. Dacă conturul ILP este situat în limita îngrădirii exterioare a instalației electrice, atunci la intrările pe teritoriul și ieșirile de pe teritoriul acesteia trebuie efectuată dirijarea distribuției potențialelor prin instalarea a doi electrozi verticali, conectați la electrodul orizontal exterior vizavi de intrare și ieșire. Electrozii verticali trebuie să fie de 3-5 m lungime, iar distanța între aceștia trebuie să fie egală cu lățimea intrării sau ieșirii.

337. ILP, care se execută în conformitate cu cerințele prevăzute în raport cu tensiunea de atingere, trebuie să asigure în oricare perioadă a anului, la parcurgerea prin aceasta a curentului de punere la pământ, valori ale tensiunii de atingere ce nu depășesc valorile normate stabilite în SM SR CEI/TS 60479-1:2012 „Efectele curentului electric asupra omului și animalelor domestice. Partea 1: Aspecte generale”, SM SR CEI/TS 60479-2:2015 „Efectele curentului electric asupra

omului și animalelor domestice. Partea 2: Aspecte particulare” și SM SR CEI/TR 60479-5:2013 „Efectele curentului electric asupra omului și animalelor domestice. Partea 5: Valorile pragurilor de tensiune de atingere pentru efecte fiziologice”. Rezistența ILP, în acest caz, se determină conform tensiunii admisibile de atingere pe aceasta și curentului de punere la pământ.

338. La determinarea valorii admisibile a tensiunii de atingere în calitate de timp de calcul de acționare trebuie să se ia suma timpului de acționare a protecției și timpului total de deconectare a întrerupătorului. La determinarea valorilor admisibile ale tensiunii de atingere la locurile de muncă, unde la efectuarea comutațiilor operative pot apărea scurtcircuite pe construcțiile accesibile atingerii personalului ce efectuează aceste comutații, trebuie să se ia timpul de acționare a protecției de rezervă, iar pentru restul teritoriului – protecției de bază.

Notă: Locul de muncă trebuie înțeles ca loc de deservire operativă a aparatelor electrice.

339. Locul de amplasare a electrozilor orizontali longitudinali și transversali, trebuie să se determine în funcție de cerințele pentru limitarea tensiunilor de atingere la valori normale și comodității de conexiune a echipamentului legat la pământ. Distanța dintre electrozii orizontali artificiali longitudinali și transversali trebuie să nu depășească 30 m, iar adâncimea pozării acestora în sol trebuie să fie nu mai mică de 0,3 m. În cazuri speciale, pentru micșorarea tensiunii de atingere la locurile de muncă poate fi realizată adăugarea pietrișului cu un strat de 0,1-0,2 m grosime.

340. În cazul combinării ILP cu tensiuni diferite într-o singură ILP comună, tensiunea de atingere trebuie să fie determinată conform celui mai mare curent de scurtcircuit la pământ a instalațiilor de distribuție de tip deschis care se combină.

341. La realizarea ILP, cu respectarea cerințelor înaintate rezistenței acesteia sau tensiunii de atingere, adițional cerințelor pct. 331-340 trebuie îndeplinite următoarele cerințe:

1) de pozat conductoarele de legare la pământ, care conectează echipamentul sau construcțiile la priza de pământ, în sol la adâncimea nu mai mică de 0,3 m;

2) de pozat electrozii orizontali longitudinali și transversali, în patru direcții, în apropiere de locurile de amplasare a neutrelor legate la pământ ale transformatoarelor de putere și scurtcircuitoarelor.

342. La ieșirea ILP în afara îngrădirii instalației electrice, electrozii orizontali care sunt în afara teritoriului instalației electrice trebuie pozați la o adâncime nu mai mică de 1 m. Conturul exterior al ILP în acest caz trebuie să se efectueze în formă de poligon cu colțuri obtuze sau rotunjite.

343. Îngrădirea exterioară a instalației electrice poate să nu fie conectată la ILP.

344. Dacă de la instalația electrică pleacă LEA cu tensiunea mai mare de 110 kV, atunci îngrădirea trebuie legată la pământ cu ajutorul electrozilor verticali cu lungimea de 2-3 m, instalați la stâlpii îngrădirii pe tot perimetrul acesteia la o distanță de 20-50 m. Instalarea unor astfel de electrozi nu este necesară pentru îngrădirea cu stâlpi metalici și cu stâlpi din beton armat, armatura cărora este conectată electric cu segmentele metalice ale îngrădirii.

345. Pentru a exclude legătura electrică dintre îngrădirea exterioară și ILP, distanța de la îngrădire până la elementele ILP, amplasate de-a lungul acesteia de partea interioară, exterioară sau din ambele părți, trebuie să fie nu mai mică de 2 m. Electrozii orizontali, țevile și cablurile cu manta sau armatură metalică și alte comunicații metalice care se extind în afara îngrădirii trebuie să fie pozate la jumătatea distanței dintre stâlpii îngrădirii la adâncimea nu mai mică de 0,5 m. În locurile în care îngrădirea exterioară se învecinează cu clădiri și structuri, precum și în locurile în care îngrădirile metalice interioare se învecinează cu îngrădirea exterioară, trebuie realizate inserții de cărămidă sau lemn cu o lungime nu mai mică de 1 m.

346. Alimentarea receptoarelor electrice instalate pe îngrădirea exterioară trebuie realizată de la transformatoare de separare. Aceste transformatoare nu se permite de a fi instalate pe îngrădiri. Linia ce conectează înfășurarea secundară a transformatorului de separare cu receptorul electric pozat pe îngrădire trebuie să fie izolată de pământ la valoarea de calcul a tensiunii pe ILP.

347. Dacă cel puțin una dintre măsurile menționate în pct. 343-346 nu poate fi realizată, atunci părțile metalice ale îngrădirii trebuie conectate la ILP și realizată dirijarea distribuției potențialelor astfel încât tensiunea de atingere din partea exterioară și interioară a îngrădirii să nu depășească valorile admisibile. La realizarea ILP conform rezistenței admisibile trebuie să fie pozat un electrod orizontal pe partea exterioară a îngrădirii la o distanță de 1 m de la aceasta și la o adâncime de 1 m. Acest electrod trebuie conectat la ILP în cel puțin patru puncte.

348. Dacă ILP a instalației electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul efectiv legat la pământ, este conectată cu ILP a altei instalații electrice prin intermediul cablului cu manta și armatură metalică sau altor conexiuni metalice, atunci pentru dirijarea distribuției potențialelor în jurul celeilalte instalații electrice specificate sau a clădirii în care se află, trebuie îndeplinită una dintre următoarele condiții:

1) pozarea electrodului de pământ în sol la o adâncime de 1 m și la o distanță de 1 m de la fundația clădirii sau de la perimetrul teritoriului ocupat de echipament, precum și conectarea cu sistemul de echipotențializare a acestei clădiri sau acestui teritoriu, iar la intrările și la ieșirile din clădire – pozarea conductoarelor la o distanță de 1 și 2 m de la electrozi, la adâncimea de 1 și 1,5 m corespunzător, precum și conexiunea acestor conductoare cu priza de pământ;

2) utilizarea fundațiilor din beton armat în calitate de prize de pământ în corespundere cu pct. 376, dacă se asigură un nivel admisibil de dirijare a distribuției potențialelor. Asigurarea condițiilor dirijării distribuției potențialelor prin intermediul fundațiilor din beton armat utilizate în calitate de prize de pământ, se realizează în corespundere cu SM SR EN 61230:2011 „Lucrări sub tensiune. Dispozitive portabile de legare la pământ sau de legare la pământ și în scurtcircuit” și SM SR EN 61138:2010 „Cabluri pentru echipamente portabile de legare la pământ și în scurtcircuit”.

349. Nu este necesară realizarea condițiilor indicate în pct. 348 sbp. 1) și 2), dacă în jurul clădirilor există trotuare din asfalt, inclusiv la intrările și ieșirile în clădiri și din clădiri. Dacă la una din intrări sau ieșiri trotuarul lipsește, la această intrare sau ieșire trebuie să fie realizată dirijarea distribuției potențialelor prin pozarea a două conductoare după cum este stipulat în pct. 348 sbp. 1) sau cu respectarea condiției din pct. 348 sbp. 2). În toate cazurile trebuie îndeplinite cerințele pct. 350.

350. Pentru a evita un posibil transfer al potențialului, nu se permite alimentarea receptoarelor electrice care se găsesc în afara conturului ILP a instalației electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul efectiv legat la pământ, de la înfășurările cu tensiunea mai mică de 1000 V ale transformatoarelor cu neutrul legat la pământ, care se află în limita conturului ILP a instalației electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V.

351. Alimentarea receptoarelor electrice care se găsesc în afara conturului ILP a instalației electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul efectiv legat la pământ poate fi efectuată de la transformatorul cu neutrul izolat pe partea tensiunii mai mică de 1000 V prin LEC cu cablu fără manta metalică și/sau armatură sau prin LEA.

În acest caz, tensiunea pe ILP trebuie să nu depășească tensiunea de acționare a siguranței de străpungeră, instalată pe partea de joasă tensiune a transformatorului cu neutru izolat.

352. Alimentarea cu energie electrică a receptoarelor electrice indicate în pct. 350 și pct. 351 poate fi realizată de la un transformator de separare. Transformatorul de separare și circuitul electric de la înfășurarea secundară a acestuia spre receptorul electric trebuie să aibă izolația în raport cu pământul calculată pentru valoarea tensiunii pe ILP, dacă linia trece pe teritoriul ocupat de ILP a instalației electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V.

Secțiunea 2

Instalații de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul sursei izolat

353. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul sursei izolat, rezistența ILP la trecerea curentului de punere la pământ calculat în orice perioadă a anului, cu luarea în considerare a rezistenței prizelor de pământ naturale, trebuie să fie:

$$R \leq \frac{250}{I};$$

dar nu mai mare de 10 Ω , unde I este curentul de punere la pământ calculat, A.

În calitate de curent de calcul trebuie ales:

- 1) în rețelele/circuitele electrice fără compensarea curenților capacitivi – curentul de punere la pământ;
- 2) în rețelele/circuitele electrice cu compensarea curenților capacitivi:
 - a) pentru ILP, la care sunt conectate aparate de compensare – curentul egal cu 125% din curentul nominal al celui mai puternic aparat;
 - b) pentru ILP la care nu sunt conectate aparate de compensare – curentul de punere la pământ, care trece prin această rețea/circuit la deconectarea celui mai puternic din aceste aparate;
- 3) în rețelele/circuitele electrice cu neutrul legat la pământ prin rezistor sau prin bobină de reactanță și rezistor (compensare combinată), curentul I se determină cu relația:

$$I = \sqrt{I_r^2 + \left(\frac{U_f}{R_r}\right)^2};$$

unde: U_f este tensiunea de fază a rețelei/circuitului, V;

I_r – curentul, stabilit în conformitate cu sbp. 2), în lipsa rezistorului, A;

R_r – rezistența rezistorului, Ω .

Curentul de punere la pământ calculat trebuie determinat pentru schema posibilă de exploatare a rețelei/circuitului în care acest curent are cea mai mare valoare.

354. La utilizarea ILP concomitent pentru instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul izolat trebuie îndeplinite condițiile pct. 340.

355. La utilizarea ILP concomitent pentru instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul direct legat la pământ, rezistența ILP trebuie să fie nu mai mare de cea stipulată în pct. 365 sau la ILP trebuie să fie conectate mantalele și armaturile a cel puțin două cabluri cu tensiunea mai mică sau mai mare de 1000 V sau ambele tensiuni, cu o lungime totală a acestor cabluri nu mai mică de 1 km.

356. Pentru posturile de transformare (6)10/0,4 kV trebuie să fie realizată o singură ILP comună, la care trebuie să se conecteze:

- 1) neutrul transformatorului pe partea tensiunii mai mică de 1000 V;
- 2) carcasa transformatorului;
- 3) mantalele și armatura metalică a cablurilor cu tensiunea mai mică și mai mare de 1000 V;
- 4) părțile conductoare accesibile ale instalației electrice cu tensiunea mai mică și mai mare de 1000 V;
- 5) părțile conductoare terțe.

357. În jurul zonei, suprafeței, ocupate de postul de transformare, la adâncimea nu mai mică de 0,5 m și la distanța nu mai mare de 1 m de la marginea fundației clădirii postului de transformare

sau de la marginea fundațiilor echipamentului electric instalat în mod deschis, trebuie să fie pozat un electrod de pământ orizontal, contur, închis în buclă conectat la ILP.

358. ILP a rețelei/circuitului cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul izolat, combinată cu ILP a rețelei/circuitului cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul efectiv legat la pământ într-o singură ILP, trebuie să satisfacă condițiile prevăzute în pct. 330-336.

Secțiunea 3

Instalații de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei legat direct la pământ

359. În instalațiile electrice cu neutrul sursei legat direct la pământ, neutrul generatorului sau transformatorului trifazat, punctul median al sursei de curent continuu, una dintre ieșirile sursei de curent monofazat trebuie să fie conectate la priza de pământ prin intermediul conductorului de legare la pământ.

360. Priza de pământ artificială destinată pentru legarea la pământ a neutrului trebuie să fie amenajată în apropierea generatorului sau transformatorului. Pentru posturile de transformare amplasate în interiorul încăperilor/secțiilor se permite pozarea prizei de pământ în apropiere de peretele clădirii.

361. Dacă fundația clădirii, în care este amenajat postul de transformare, se utilizează în calitate de priză de pământ naturală, neutrul transformatorului trebuie legat la pământ prin conexiunea la cel puțin două coloane metalice sau la părțile încorporate sudate la armatura a cel puțin două fundații din beton armat.

362. În cazul amenajării posturilor de transformare încorporate la etaje diferite ale unei clădiri multietajate, legarea la pământ a neutrului transformatoarelor în asemenea posturi de transformare trebuie să fie realizată cu ajutorul conductorului de legare la pământ special pozat. În acest caz conductorul de legare la pământ trebuie să fie conectat adițional la coloana clădirii celei mai apropiate de transformator, iar rezistența acestuia se ia în calcul la determinarea rezistenței de dispersie a ILP la care este conectat neutrul transformatorului.

În toate cazurile, trebuie să fie asigurată continuitatea circuitului de legare la pământ și protejarea conductorului de legare la pământ împotriva deteriorărilor mecanice.

363. Electrozii transversali trebuie îngropați la o adâncime nu mai mică de 0,5 m, dar nu mai mică decât adâncimea de îngheț al solului.

364. În cazul în care în conductorul PEN, care leagă neutrul transformatorului sau generatorului cu bara PEN a instalației de distribuție cu tensiunea mai mică de 1000 V, este instalat un transformator de curent, conductorul de legare la pământ trebuie să fie conectat la conductorul PEN imediat după transformatorul de curent. În acest caz, divizarea conductorului PEN în conductoarele PE și N în sistemul TN-S trebuie efectuată, de asemenea, după transformatorul de curent. Transformatorul de curent trebuie amenajat cât mai aproape de clema neutrului generatorului sau transformatorului.

365. Rezistența ILP la care se conectează neutrul generatorului sau transformatorului sau ieșirile sursei de curent monofazat, în orice perioadă a anului, trebuie să fie nu mai mare de 2, 4 și 8 Ω corespunzător tensiunilor de linie de 690, 400 și 230 V pentru surse de curent trifazat sau 400, 230 și 127 V pentru surse de curent monofazat. Această rezistență trebuie asigurată ținând cont de utilizarea prizelor de pământ naturale, precum și a prizelor de pământ repetate ale conductoarelor PEN și PE ale LEA cu tensiunea mai mică de 1000 V pentru un număr nu mai mic de două linii electrice de plecare. Rezistența prizei de pământ situate în nemijlocita apropiere de neutrul generatorului sau transformatorului sau ieșirea sursei de curent monofazat trebuie să fie nu mai mare de 15, 30 și 60 Ω corespunzător tensiunilor de linie de 690, 400 și 230 V a sursei de curent trifazat sau 400, 230 și 127 V a sursei de curent monofazat.

Pentru rezistivitatea specifică a solului $\rho > 100 \Omega \cdot m$ se permite majorarea normelor prestabilite de $0,01 \cdot \rho$ ori, dar nu mai mult de zece ori.

366. La intrare în instalația electrică a clădirii sau construcției, în care, în calitate de măsură de protecție împotriva atingerilor indirecte este utilizată întreruperea automată a alimentării trebuie să se efectueze legarea repetată a conductorului PEN sau PE a liniei de alimentare la priza repetată de pământ. Rezistența prizei repetate de pământ trebuie să fie nu mai mare de 30Ω . Pentru a asigura valoarea normată a prizei de pământ trebuie utilizate prizele de pământ naturale și prizele de pământ ale instalației de protecție la trăsnet. Dacă lipsește instalația de protecție la trăsnet a clădirii și lipsesc prizele de pământ naturale, este necesară realizarea unei prize de pământ repetate artificiale.

367. La capetele LEA sau la derivatele de la acestea cu lungimea mai mare de 200 m, precum și la intrările LEA în instalații electrice în care în calitate de măsură de protecție la atingeri indirecte este utilizată întreruperea automată a alimentării, trebuie să fie realizată legarea la pământ repetată a conductorului PEN. În acest caz, în primul rând trebuie utilizate prizele de pământ naturale, cum sunt părțile subterane ale stâlpilor, precum și ILP, destinate protecției împotriva supratensiunilor.

Prizele de pământ repetate specificate se execută, dacă nu sunt necesare legături la pământ mai frecvente pentru asigurarea condițiilor protecției la supratensiunile de trăsnet.

368. Legăturile la pământ repetate a conductorului PEN în rețelele/circuitele de curent continuu trebuie realizate prin intermediul prizelor de pământ artificiale separate care nu trebuie să aibă conexiuni metalice cu conducte subterane.

369. Conductoarele de legare la pământ pentru legarea la pământ repetată a conductorului PEN trebuie să aibă dimensiuni nu mai mici decât cele prevăzute în tabelul 61.

Tabelul 61. Dimensiunile minime ale electrozilor și conductoarelor de legare la pământ, pozate în sol

Materi alul	Suprafața electrodului	Profilul secțiunii	Dimensiunile minime			
			Diametrul, mm	Secțiunea, mm ²	Grosimea peretelui, mm	Grosimea stratului învelitor, μm
Oțel	Fără strat de acoperire	Dreptunghiular	-	100	4	-
		Cornier	-	100	4	-
		Țeavă	32	-	3,5	-
		Tijă rotundă: pentru electrozi verticali;	16	-	-	-
		Tijă rotundă: pentru electrozi orizontali;	10	-	-	-
Oțel	Strat de acoperire de zincare la cald	Dreptunghiular	-	90	3	70
		Cornier	-	90	3	70
		Țeavă	25	-	2	55
		Tijă rotundă: pentru electrozi verticali;	16	-	-	70
		Tijă rotundă: pentru electrozi orizontali;	10	-	-	50
	Strat de acoperire galvanică	Dreptunghiular	-	90	3	70
		Tijă rotundă: pentru electrozi verticali;	14	-	-	250

	din cupru	Tijă rotundă: pentru electrozi orizontali;	10	-	-	250
	În înveliș de cupru	Tijă rotundă: pentru electrozi verticali;	15	-	-	2000
Inox	Fără strat de acoperire	Dreptunghiular	-	90	3	-
		Țeavă	25	-	2	-
		Tijă rotundă: pentru electrozi verticali;	16	-	-	-
		Tijă rotundă: pentru electrozi orizontali;	10	-	-	-
Cupru	Fără strat de acoperire	Dreptunghiular	-	50	2	-
		Țeavă	20	-	2	-
		Tijă rotundă	12	-	-	-
		Conductor multifilar	1,8*	35	-	-

Notă: *Diametrul pentru fiecare fir.

370. Rezistența totală de dispersie a prizelor de pământ, inclusiv a celor naturale, la care se realizează legăturile repetate la pământ a conductorului PEN a fiecărei LEA, în orice perioadă a anului, trebuie să fie nu mai mare de 5, 10 și 20 Ω corespunzător pentru tensiuni de linie de 690, 400 și 230 V a sursei de curent trifazat sau 400, 230 și 127 V a sursei de curent monofazat. În același timp, rezistența de dispersie a fiecărei din prizele de pământ repetate trebuie să fie nu mai mare de 15, 30 și 60 Ω corespunzător aceluiași tensiuni.

Pentru rezistivitatea specifică a solului $\rho > 100 \Omega \cdot m$ se permite majorarea normelor prestabilite de $0,01 \cdot \rho$ ori, dar nu mai mult de zece ori.

Secțiunea 4

Instalații de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei izolat

371. Rezistența ILP, utilizate pentru legarea la pământ de protecție a părților conductoare accesibile, în sistemul IT trebuie să corespundă condiției:

$$R \leq \frac{U_{at}}{I},$$

unde: R este rezistența ILP, Ω ;

U_{at} – tensiunea de atingere, valoarea căreia se ia egală cu 50 V;

I – curentul total de punere la pământ, A.

Valoarea rezistenței ILP mai mică de 4 Ω nu este necesar de a fi asigurată. Se permite ca valoarea rezistenței ILP să fie nu mai mare de 10 Ω , dacă este îndeplinită condiția de mai sus, iar puterea generatoarelor sau transformatoarelor nu depășește 100 kVA, inclusiv puterea sumară a generatoarelor sau transformatoarelor care funcționează în paralel.

Secțiunea 5

Instalații de legare la pământ în regiuni cu rezistivitate specifică mare a solului

372. ILP a instalațiilor electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul sursei efectiv legat la pământ în regiuni cu rezistivitate specifică mare a solului se recomandă de a fi executate cu respectarea cerințelor înaintate tensiunii de atingere.

373. În structurile stâncoase se permite pozarea electrozilor orizontali la o adâncime mai mică decât cea prevăzută în pct. 337-347, dar nu mai mică de 0,15 m.

374. La amenajarea prizelor de pământ artificiale în regiunile cu rezistivitate specifică mare a solului se recomandă următoarele măsuri:

1) instalarea electrozilor verticali cu lungime majorată, dacă rezistivitatea specifică a solului se micșorează odată cu creșterea adâncimii, iar electrozii naturali adânciți lipsesc;

2) amenajarea prizelor de pământ la distanță, dacă în apropiere, până la 2 km, de instalația electrică sunt locuri cu rezistivitatea specifică a solului mai mică;

3) pozarea în tranșee în jurul electrozilor orizontali în structurile stâncoase a solului argilos umed cu tasarea ulterioară și adăugarea pietrișului până la umplerea tranșeei;

4) utilizarea prelucrării artificiale a solului în scopul micșorării rezistivității specifice, dacă alte metode nu pot fi aplicate sau nu asigură efectul necesar.

375. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V, precum și în instalațiile electrice cu neutrul izolat cu tensiunea mai mică de 1000 V, pentru sol cu rezistivitatea specifică mai mare de $500 \Omega \cdot m$, în cazul în care măsurile prevăzute în pct. 372-374 nu permit obținerea prizelor de pământ acceptabile din considerente economice, se permite majorarea valorilor rezistenței ILP de $0,002 \cdot \rho$ ori. În acest caz, majorarea rezistenței ILP, prevăzute în prezenta secțiune, trebuie să fie nu mai mare de zece ori.

Secțiunea 6

Electrozii prizelor de pământ

376. În calitate de electrozi ai prizelor de pământ pot fi utilizate:

1) construcțiile metalice și din beton armat ale clădirilor și structurilor, care sunt în contact direct cu pământul, inclusiv fundațiile din beton armat ale clădirilor și construcțiilor, care au învelișuri de protecție hidroizolante în medii neagresive, puțin agresive și moderat agresive;

2) țevile metalice ale conductelor de apă, pozate în sol;

3) țevile de tubare de sondă;

4) palplanșele metalice ale construcțiilor hidrotehnice, apeductele, părțile încorporate ale porților;

5) șinele căilor ferate magistrale și neelectrificate, precum și căile de acces în cazul instalării intenționate a punților între șine;

6) alte construcții și structuri metalice care se află în sol;

7) mantalele metalice ale cablurilor armate, pozate în sol. Mantalele cablurilor pot servi ca prize de pământ unice pentru un număr de cabluri nu mai puțin de două. Mantalele din aluminiu ale cablurilor nu se permite de a fi utilizate în calitate de electrozi de legare de pământ.

377. Nu se permite utilizarea conductelor de lichide inflamabile, de gaze și amestecuri inflamabile și explozibile și conductelor de canalizare și încălzire centralizată în calitate de prize de pământ. Restricțiile specificate nu exclud necesitatea de a conecta asemenea conducte la ILP în scopul echipotenzializării în corespundere cu pct. 300.

378. Se interzice utilizarea în calitate de prize de pământ a construcțiilor metalice ale clădirilor și structurilor cu armatura în prealabil tensionată mecanic. Această restricție nu se aplică la stâlpii LEA și structurile de susținere ale instalațiilor de distribuție de tip deschis.

Posibilitatea utilizării prizelor de pământ naturale conform condiției densității curenților care parcurg prin acestea, necesitatea sudării barelor de armare a fundațiilor și structurilor din beton armat, sudarea buloanelor de ancorare a coloanelor de oțel la barele de armare ale fundațiilor din beton armat, precum și posibilitatea utilizării fundațiilor în medii puternic agresive trebuie determinate prin calcul.

379. Prizele de pământ artificiale pot fi din oțel sau oțel zincat și nu trebuie să fie acoperite cu vopsea.

Materialul și dimensiunile minime ale electrozilor de legare la pământ trebuie să corespundă valorilor prezentate în tabelul 61.

380. Secțiunea electrozilor orizontali de legare la pământ pentru instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V trebuie selectată conform condiției de stabilitate termică la temperatura maximă admisibilă de încălzire de 400°C, încălzire de scurtă durată, ce corespunde timpului de acționare a protecției și deconectării dispozitivului de protecție.

381. În cazul pericolului de coroziune a ILP trebuie realizată una din următoarele măsuri:

1) majorarea secțiunii electrozilor și conductoarelor de legare la pământ cu luare în calcul a termenului de exploatare a acestora;

2) utilizarea electrozilor și conductoarelor de legare la pământ cu înveliș galvanic sau din cupru.

În acest caz, trebuie să se ia în considerare posibila majorare a rezistenței ILP condiționată de coroziune.

382. Tranșeele pentru electrozii orizontali trebuie umplute cu sol omogen care nu conține pietriș și deșeuri de construcție.

Electrozii de legare la pământ nu trebuie amplasați în locurile unde solul se usucă sub influența căldurii conductelor.

Secțiunea 7

Conductoare de legare la pământ

383. Secțiunea conductoarelor de legare la pământ în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V trebuie să corespundă cerințelor pct. 400.

Secțiunea minimă a conductoarelor de legare la pământ, pozate în sol, trebuie să corespundă cu valorile stabilite în tabelul 61.

Pozarea în sol a conductoarelor neizolate din aluminiu nu se permite.

384. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V, secțiunea conductoarelor de legare la pământ trebuie să fie selectată, astfel încât la parcurgerea prin acestea a celui mai mare curent de scurtcircuit monofazat în instalațiile electrice cu neutrul efectiv legat la pământ sau a curentului de scurtcircuit bifazat în instalațiile electrice cu neutrul izolat, temperatura conductoarelor de legare la pământ să nu depășească 400°C pentru încălzire de scurtă durată, ce corespunde timpului total de acționare a protecției și deconectării dispozitivului de protecție.

385. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul izolat, conductivitatea conductoarelor de legare la pământ cu secțiunea mai mică de 25 mm² din cupru sau din alte materiale echivalente trebuie să constituie nu mai puțin de 1/3 din conductivitatea conductoarelor de linie. Nu este necesară utilizarea conductoarelor de legare la pământ din cupru cu secțiunea mai mare de 25 mm², din aluminiu – 35 mm², din oțel – 120 mm², iar utilizarea unor secțiuni mai mari se face în cazurile speciale prevăzute de Normativ.

386. Pentru efectuarea măsurărilor rezistenței ILP, într-un loc comod trebuie prevăzută posibilitatea decuplării conductorului de legare la pământ. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, acest loc este BPLP. Decuplarea conductorului de legare la pământ trebuie să fie posibilă numai prin intermediul instrumentului.

387. Conductorul de legare la pământ care conectează electrodul prizei de pământ funcționale la BPLP în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, trebuie să aibă secțiunea nu mai mică de: 10 mm² – pentru conductor din cupru, 16 mm² – pentru conductor din aluminiu, 75 mm² – pentru conductor din oțel.

388. În locurile în care conductoarele de legare la pământ intră în clădiri trebuie să fie prevăzut marcajul de identificare .

Secțiunea 8

Bara principală de legare la pământ

389. În fiecare instalație electrică cu tensiunea mai mică de 1000 V, în care este realizat sistemul de echipotențializare de bază, trebuie să fie prevăzută amenajarea BPLP.

390. BPLP poate fi executată în interiorul tabloului electric de intrare și distribuție a instalației electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V sau separat de acesta.

În interiorul tabloului electric de intrare și distribuție în calitate de BPLP trebuie utilizată bara PE.


În cazul pozării separate, BPLP trebuie să fie amplasată într-un loc accesibil și comod pentru deservire, în apropiere de tabloul electric de intrare și distribuție.

391. Materialul și construcția BPLP trebuie să asigure rezistența sa mecanică, stabilitate termică și rezistent la coroziune precum și comoditatea conectării la BPLP a conductoarelor. BPLP trebuie să fie din cupru sau alamă, aliaj de cupru și zinc. Se permite utilizarea BPLP din oțel. Folosirea BPLP din aluminiu nu se permite.

392. Secțiunea BPLP trebuie să asigure conductivitatea acesteia, încât să nu fie mai mică decât cea mai mare conductivitate a conductorului PE/PEN conectată la BPLP.

393. În construcția BPLP trebuie să fie prevăzută posibilitatea decuplării individuale a conductoarelor conectate la aceasta. Decuplarea trebuie să fie posibilă numai cu utilizarea instrumentelor.

În locurile accesibile doar personalului calificat BPLP poate fi amenajată deschis. În locurile accesibile persoanelor obișnuite, BPLP trebuie să aibă carcasă de protecție – dulap sau cutie cu uși

care se încuie la cheie. Pe ușa sau pe perețele deasupra BPLP trebuie să fie aplicat semnul .

394. Dacă clădirea are mai multe racorduri de alimentare separate, BPLP trebuie amenajată pentru fiecare tablou electric de intrare și distribuție. În cazul prezenței posturilor de transformare încorporate, BPLP trebuie instalată lângă fiecare dintre acestea. Aceste bare trebuie conectate cu conductoare de echipotențializare, secțiunea cărora trebuie să fie egală cu secțiunea celei mai mici BPLP conectate în perechi.

Secțiunea 9

Conductoare de protecție (conductoare PE)

395. În calitate de conductoare PE în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V pot fi utilizate:

- 1) conductoare special prevăzute:
 - a) conductoarele cablurilor multiconductoare;
 - b) conductoarele izolate și neizolate în manta comună cu conductoarele fazice;
 - c) conductoarele izolate și neizolate amenajate staționar;
- 2) părți conductoare accesibile ale instalațiilor electrice:
 - a) mantalele din aluminiu ale cablurilor;
 - b) țevile din oțel ale conductoarelor electrice;
 - c) mantalele metalice și construcțiile de susținere ale barelor conductoare și instalațiilor prefabricate. Jgheburile și paturile de cablu metalice ale conductoarelor electrice pot fi utilizate în calitate de conductoare de protecție cu condiția că construcția jgheburilor și paturilor de cablu prevede așa mod de utilizare, ceea ce este indicat în documentația producătorului, iar amenajarea acestora exclude posibilitatea deteriorării mecanice;
- 3) unele părți conductoare terțe:
 - a) construcțiile metalice ale clădirilor și structurilor (ferme, coloane);

- b) armatura construcțiilor din beton armat ale clădirilor cu condiția respectării cerințelor pct. 396;
- c) construcțiile metalice cu destinație industrială (șinele macaralelor, galeriile, platformele, puțurile lifturilor, elevatoarelor, dispozitivelor de ridicare, ancadramentul canalelor).

396. Utilizarea părților conductoare accesibile și terțe în calitate de conductoare PE se permite, dacă acestea corespund cerințelor prezentei secțiuni cu privire la conductivitatea și continuitatea circuitului electric.

Părțile conductoare terțe pot fi utilizate în calitate de conductoare PE, dacă acestea, corespund concomitent următoarelor cerințe:

1) continuitatea circuitului electric se asigură fie prin construcția acestora, fie prin conexiunile corespunzătoare, protejate de deteriorări mecanice, chimice și alte tipuri de deteriorări;

2) demontarea acestora nu este posibilă, dacă nu sunt prevăzute măsuri pentru păstrarea conductivității și continuității circuitului electric.

397. Nu se permite utilizarea în calitate de conductoare de protecție PE:

1) mantalele metalice ale țevelor izolatoare și conductoarelor tubulare, funiile portante în cazul conductoarelor cu funii, furtunurile metalice, precum și mantalele din plumb ale conductoarelor și cablurilor;

2) conductele de alimentare cu gaz și alte conducte cu substanțe și amestecuri inflamabile și explosive, țevile de canalizare și încălzire centralizată;

3) conductele de alimentare cu apă în cazul prezenței în acestea a unor bușe electroizolante.

398. Conductoarele de protecție ale circuitelor prin care se alimentează un echipament electric, nu se permite de a fi utilizate în calitate de conductoare de protecție pentru echipamente electrice care se alimentează prin alte circuite. Nu se permite utilizarea părților conductoare accesibile ale echipamentului electric în calitate de conductoare de protecție pentru alt echipament electric, cu excepția carcaselor și construcțiilor de susținere a barelor conductoare și instalațiilor prefabricate, care asigură posibilitatea conexiunii la acestea a conductoarelor de protecție în locul potrivit.

399. Nu se permite utilizarea conductoarelor special concepute pentru protecție în alte scopuri.

400. Secțiunea minimă a conductoarelor de protecție trebuie să corespundă prevederilor stabilite în tabelul 62.

Tabelul 62. Secțiunile minime ale conductoarelor de protecție

Secțiunea conductoarelor de linie, mm ²	Secțiunea minimă a conductoarelor de protecție, mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	S/2
$400 < S \leq 800$	200
$S > 800$	S/4

Secțiunile sunt prezentate pentru cazul când conductoarele de protecție sunt fabricate din același material ca și conductoarele fazice. Secțiunile conductoarelor de protecție din alte materiale trebuie să fie echivalente din punct de vedere al conductivității și se determină în corespundere cu SM SR HD 60364-5-54:2013 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-54: Alegerea și montarea echipamentelor electrice. Instalații de legare la pământ și conductoare de protecție”.

Se permite, în caz de necesitate să se ia secțiunea conductoarelor de protecție mai mică decât cea stabilită, numai pentru durata de timp de deconectare ≤ 5 sec., dacă aceasta este calculată cu relația:

$$S \geq I\sqrt{t}/k;$$

unde: S este secțiunea conductorului de protecție, mm^2 ;

I – curentul de scurtcircuit, care asigură timpul de deconectare a circuitului defectat de către dispozitivul de protecție în corespundere cu tabelul 58 și 59 sau în perioada de timp ce nu depășește 5 sec. în corespundere cu pct. 278, A;

t – timpul de deconectare a dispozitivului de protecție, sec.;

k – coeficient, valoarea căruia depinde de materialul conductorului de protecție, izolației acestuia, temperaturilor inițiale și finale. Valoarea coeficientului k pentru conductoare de protecție în diferite condiții este prezentată în tabelele 63-66.

401. Dacă prin calcule se stabilește o secțiune ce diferă de cea prezentată în tabelul 62, atunci trebuie selectată valoarea apropiată cea mai mare, iar în cazul obținerii unor secțiuni nestandard – de utilizat conductoare cu secțiune standard apropiată cea mai mare.

Valorile temperaturii maxime la determinarea secțiunii conductorului de protecție trebuie să nu depășească temperaturile maxim admisibile de încălzire ale conductoarelor la scurtcircuit conform capitolului II din Titlul II, iar pentru instalații electrice în zone cu pericol de explozie trebuie să corespundă cu SM EN IEC 60079-0:2019 „Atmosfere explozive. Partea 0: Echipamente. Cerințe generale”.

Tabelul 63. Valorile coeficientului k pentru conductoare de protecție izolate, ce nu sunt parte componentă a cablului și pentru conductoare neizolate ce ating mantaua cablurilor. Temperatura inițială a conductoarelor se consideră egală cu 30°C

Parametrul		Materialul izolației		
		PVC	PVC	Cauciuc butilic
Temperatura finală, $^\circ\text{C}$		160	250	220
Coeficientul k pentru conductoare din:	cupru	143	176	166
	aluminiu	95	116	110
	oțel	52	64	60

Tabelul 64. Valorile coeficientului k pentru conductoare de protecție care sunt parte componentă a cablurilor multiconductoare

Parametrul		Materialul izolației		
		PVC	Polietilenă reticulate, cauciuc de etilenpropilenă	Cauciuc butilic
Temperatura inițială, $^\circ\text{C}$		70	90	85
Temperatura finală, $^\circ\text{C}$		160	250	220
Coeficientul k pentru conductoare din:	cupru	115	143	134
	aluminiu	76	94	89

Tabelul 65. Valoarea coeficientului k la utilizarea în calitate de conductor de protecție a mantalei din aluminiu a cablului

Parametrul	Materialul izolației		
	PVC	Polietilenă reticulată, cauciuc de etilenpropilenă	Cauciuc butilic
Temperatura inițială, °C	60	80	75
Temperatura finală, °C	160	250	220
Coeficientul k	81	98	93

Tabelul 66. Valorile coeficientului k pentru conductoare neizolate, când temperaturile indicate nu creează pericol de deteriorare a materialelor ce se află în apropiere. Temperatura inițială a conductorului se consideră egală cu 30°C

Materialul conductorului	Condițiile	Conductoare		
		Pozate deschis și în locuri special prevăzute	Exploatate	
			În mediu normal	În mediu cu pericol de incendiu
Cupru	Temperatura maximă, °C	500*	200	150
	Coeficientul k	228	159	138
Aluminiu	Temperatura maximă, °C	300*	200	150
	Coeficientul k	125	105	91
Oțel	Temperatura maximă, °C	500*	200	150
	Coeficientul k	82	58	50

Notă: *Temperaturile indicate sunt permise dacă nu afectează calitatea îmbinărilor.

402. În toate cazurile, secțiunea conductoarelor de protecție din cupru care nu sunt parte componentă a cablului sau nu sunt pozate într-un spațiu comun, țevă, jgheab, pe același pat de cablu, cu conductoarele de linie, trebuie să fie nu mai mică de:

- 1) 2,5 mm² – în cazul prezenței protecției mecanice;
- 2) 4 mm² – în lipsa protecției mecanice.

Secțiunea conductoarelor de protecție din aluminiu, pozate separat, trebuie să fie nu mai mică de 16 mm².

403. În sistemul TN pentru asigurarea cerințelor pct. 329, conductoarele neutre de protecție se recomandă de a fi pozate împreună sau în nemijlocita apropiere de conductoarele de linie.

404. În locurile unde este posibilă deteriorarea izolației conductoarelor fazice în rezultatul scânteilor, între conductorul neutru de protecție neizolat și mantaua metalică sau construcție, conductoarele neutre de protecție trebuie să aibă izolația echivalentă cu izolația conductoarelor de linie.

405. Conductoarele PE neizolate trebuie să fie protejate împotriva coroziunii, deteriorărilor mecanice, deteriorărilor datorate influențelor chimice, electrochimice, forțelor electrodinamice și termodinamice. În locurile de intersecție a conductoarelor PE cu cablurile, conductele, căile ferate, în locurile de intrare a acestora în clădiri și în alte locuri unde este posibilă deteriorarea mecanică a conductoarelor PE, aceste conductoare trebuie să fie protejate.

În locurile de intersecție a îmbinărilor de temperatură și deplasare trebuie să fie prevăzută compensarea lungimii conductoarelor PE.

Secțiunea 10 Conductoare neutre

406. Conductoarele neutre N, trebuie să aibă secțiunea egală cu secțiunea conductoarelor de linie în următoarele cazuri:

- 1) în circuitele monofazate, indiferent de secțiunea conductoarelor;
- 2) în circuitele trifazate ale căror conductoare de linie au o secțiune mai mică sau egală cu 16 mm^2 pentru cupru sau 25 mm^2 pentru aluminiu;
- 3) în circuitele trifazate care ar putea fi parcurse de curenți având armonici de rangul 3 și multiplu de 3 cu nivelul cuprins între 15% și 33%.

Notă: Armonicile de nivelul respectiv pot fi generate, de exemplu, în circuitele care alimentează sarcini monofazate și trifazate, cum ar fi instalațiile cu tehnologie IT, lămpi cu descărcare, balasturile lămpilor fluorescente, surse de alimentare neîntreruptibilă, acționări cu viteză variabilă, cuptoare cu arc electric, încărcătoare (redresoare) pentru acumulatori.

407. În cazul în care nu este necesar să se introducă coeficienți de corecție pentru curentul conductorului neutru în funcție de caracteristicile sarcinii conductoarelor de linie, conductorul neutru se selectează în conformitate cu parametrii circuitului. Necesitatea introducerii coeficienților de corecție pentru curenți poate fi rezultatul prezenței unor curenți considerabili de armonice de rang superior în circuitul trifazat. Dacă componenta armonică depășește 15%, conductorul neutru se alege cu secțiunea nu mai mică de secțiunea conductorului de linie. Factorii de corecție pentru alegerea secțiunii conductoarelor de linie și neutre în funcție de prezența armonicilor de rangul 3 și multiplu de 3 se stabilesc în corespundere cu standardul SM SR HD 60364-5-52:2013 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-52: Alegerea și montarea echipamentelor electrice. Sisteme de pozare”.

408. Atunci când nivelul armonicilor de curent de rangul 3 și multiplu de 3 este mai mare de 33%, este necesară alegerea unei secțiuni a conductorului neutru mai mare decât a conductorului de linie:

- 1) pentru cabluri multiconductoare, secțiunea conductoarelor de linie se ia egală cu secțiunea conductorului neutru. Această secțiune se determină conform conductorul neutru cu conductivitatea de $1,45 \cdot I_B$ a conductorului de linie;
- 2) pentru cablurile monoconductor secțiunea conductoarelor de linie poate fi mai mică de secțiunea conductorului neutru. Secțiunea se determină:
 - a) pentru conductorul de linie – conform curentului I_B ;
 - b) pentru conductorul neutru – conform curentului egal cu $1,45 \cdot I_B$ a conductorului de linie.

Notă: Nivelul de armonice menționat se poate constata, de exemplu, în instalațiile cu tehnologie IT.

I_B reprezintă curentul de calcul a circuitului și se în corespundere cu SM HD 60364-4-43:2024 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-43: Protecție pentru asigurarea securității. Protecție împotriva supracurenților”.

409. Pentru circuitele trifazate, în care secțiunea conductoarelor de linie este mai mare de 16 mm^2 pentru cupru sau 25 mm^2 pentru aluminiu, secțiunea conductorului neutru poate fi mai mică decât secțiunea conductoarelor de linie dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

- 1) sarcina circuitului în regim normal de funcționare este distribuită simetric între faze, și nivelul armonicilor de rangul 3 și multiplu de 3 nu depășesc 15% în curentul conductorului de linie;
- 2) conductorul neutru este protejat împotriva supracurenților în corespundere cu IEC 60364-4-43:2024 Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-43: Protecție pentru asigurarea securității. Protecție împotriva supracurenților;
- 3) secțiunea conductorului neutru nu este mai mică de 16 mm^2 pentru cupru sau 25 mm^2 pentru aluminiu.

410. Secțiunea conductorului neutru nu poate fi mai mică de 50% din secțiunea conductorului de linie.

411. Un conductor neutru nu poate fi comun pentru mai multe circuite.

Secțiunea 11

Conductoare PEN, PEL și PEM

412. Conductoarele PEN, PEL și PEM trebuie să îndeplinească două funcții și anume a conductorului PE și a conductorului N, L sau M, astfel toate cerințele trebuie luate în considerare în raport cu funcțiile respective.

413. În circuite multifazate în sistemul TN pentru cabluri pozate staționar funcțiile conductorului de protecție PE și conductorului neutru N pot fi combinate într-un singur conductor PEN, conductoarele cărora au secțiunea nu mai mică de 10 mm² pentru cupru sau 16 mm² pentru aluminiu.

414. Conductoarele PEL și PEM pot fi utilizate numai în instalații electrice staționare, și în raport cu rezistența mecanică secțiunea acestora trebuie să fie nu mai mică de 10 mm² pentru cupru sau 16 mm² pentru aluminiu.

415. Nu se permite combinarea funcțiilor conductorului de protecție și conductorului neutru în circuitele monofazate și de curent continuu. În calitate de conductor de protecție în astfel de circuite trebuie să fie prevăzut al treilea conductor separat. Această cerință nu se aplică la derivatele de la LEA cu tensiunea mai mică de 1000 V către consumatorii monofazați de energie electrică.

416. Nu se permite utilizarea părților conductoare terțe în calitate de conductor PEN, PEL și PEM unic.

Această cerință nu exclude utilizarea părților conductoare accesibile și terțe în calitate de conductor PEN suplimentar pentru conexiunea acestora la sistemul de echipotenzializare.

417. Conductoarele PEN special prevăzute trebuie să corespundă cerințelor pct. 400 cu privire la secțiunea conductoarelor de protecție.

Izolația conductoarelor PEN, PEL și PEM trebuie să fie echivalentă cu izolația conductoarelor de linie. Nu necesită izolarea barei PEN a barelor colectoare din instalațiile de distribuție de joasă tensiune.

418. În cazul în care conductorul neutru, de punct median, de linie și conductorul de protecție sunt separate, începând cu un punct a instalației electrice, nu se permite conexiunea acestora după acest punct în direcția distribuției energiei electrice. Totuși, din conductoarele PEN, PEM sau PEL se pot forma mai multe conductoare neutre/de punct median/de linie și de protecție

419. În locul de separare a conductorului PEN, PEL sau PEM în conductor neutru, de punct median, de linie și conductor de protecție trebuie prevăzute cleme separate sau bare pentru conductoarele interconectate. În acest caz, conductorul PEN, PEL sau PEM trebuie să fie conectat la cleva sau bara prevăzută pentru conductorul de protecție, cu excepția cazului în care există o clemă sau o bară specială prevăzută pentru conectarea conductorului PEN, PEL sau PEM.

420. La alegerea conductoarelor PEN (barelor) din instalația de distribuție a posturilor de transformare, trebuie să se ia în considerare cerințele pentru asigurarea stabilității termice și electrodinamice asupra instalației electrice atât în condiții normale de funcționare, cât și în cazul unui scurtcircuit.

421. Mantalele metalice ale cablării electrice nu trebuie utilizate în calitate de conductoare PEN, PEL și PEM, cu excepția barelor colectoare și conductoarelor bare ce corespund prevederilor SM SR EN 61439-6:2014 „Ansambluri de aparataj de joasă tensiune. Partea 6: Sisteme de bare capsulate” și SM EN 61534-21:2015 „Sisteme de trasee conductoare prefabricate. Partea 21: Prescripții particulare pentru sistemele de trasee conductoare prefabricate destinate montării pe pereți și pe tavane”.

Secțiunea 12

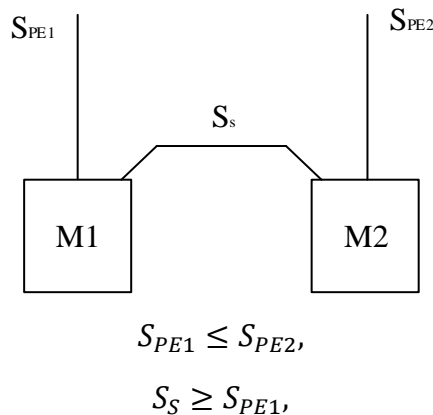
Conductoare de echipotențializare

422. În calitate de conductoare de echipotențializare pot fi utilizate părțile conductoare accesibile și terțe, prezentate în pct. 395, sau conductoare special pozate sau combinația acestora.

423. Secțiunea conductoarelor sistemului de echipotențializare de bază conectate la BPLP trebuie să fie nu mai mică de jumătate din secțiunea cea mai mare a conductorului de protecție a instalației electrice, dacă secțiunea conductorului de echipotențializare în acest caz nu mai mare de 25 mm^2 pentru cupru sau echivalentă din alte materiale. Utilizarea conductoarelor cu secțiune mai mare, de regulă, nu este necesară. Secțiunea conductoarelor sistemului de echipotențializare de bază conectate la BPLP trebuie să fie nu mai mică de:

- 1) 6 mm^2 pentru cupru;
- 2) 16 mm^2 pentru aluminiu;
- 3) 50 mm^2 pentru oțel.

424. Conductorul de echipotențializare suplimentară care conectează două părți conductoare accesibile trebuie să aibă secțiunea egală, sau mai mare, cu secțiunea cea mai mică a conductoarelor de protecție care au și rol de echipotențializare după cum urmează:

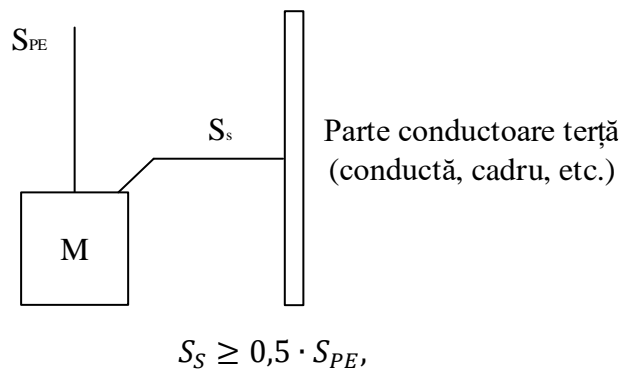


unde: *M1* și *M2* sunt părți conductoare accesibile;

S_{PE1} și S_{PE2} – secțiunea conductoarelor de protecție care au și rol de echipotențializare;

S_S – secțiunea conductorului de echipotențializare suplimentară.

425. Secțiunea conductoarelor sistemului de echipotențializare suplimentar trebuie să fie nu mai mică de jumătate din secțiunea conductorului de protecție, conectat la partea conductoare accesibilă pentru conexiunea părții conductoare accesibile și părții conductoare terțe, după cum urmează:



unde: *M* este parte conductoare accesibile;

S_{PE} – secțiunea conductoarelor de protecție care are și rol de echipotențializare;

S_s – conductor pentru echipotențializare suplimentară care conectează părți conductoare terțe.

426. Secțiunea conductoarelor sistemului de echipotențializare suplimentar ce nu intră în componența cablului trebuie să corespundă cerințelor pct. 402.

Secțiunea 13

Legături și conexiuni ale conductoarelor de legare la pământ, de protecție și de echipotențializare

427. Legăturile și conexiunile conductoarelor de legare la pământ, de protecție și conductoarelor de echipotențializare și de dirijare a distribuției potențialelor trebuie să fie fiabile și să asigure continuitatea circuitului electric. Conexiunea conductoarelor de oțel se recomandă de a fi efectuată prin intermediul sudurii. În încăperi și în instalațiile electrice exterioare fără medii agresive se permite conectarea conductoarelor de legare la pământ și de protecție prin alte metode, dacă se asigură respectarea cerințelor SM EN IEC 61238-1-3:2020 „Conectoare presate și cu strângere mecanică pentru cablurile de energie. Partea 1-3: Metode de încercare și cerințe pentru conectoare presate și cu strângere mecanică pentru cabluri de energie cu tensiuni nominale mai mari de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) până la 36 kV ($U_m = 42$ kV) testate pe conductoare neizolate”.

Toate conexiunile electrice trebuie să aibă o capacitate termică și rezistență mecanică satisfăcătoare pentru a rezista la orice combinație de curent/timp care ar putea apărea pe conductor sau în cablu/manta cu cea mai mare secțiune transversală.

Conexiunile trebuie să fie protejate împotriva coroziunii și deteriorărilor mecanice.

Pentru îmbinările prin buloane trebuie să fie prevăzute măsuri împotriva slăbirii contactului.

428. Fiecare conexiune (de exemplu, conexiuni cu buloane, cleme) între conductoarele de protecție sau între conductoarele de protecție și alte echipamente trebuie să asigure pe termen lung continuitatea electrică și rezistența și protecția mecanică corespunzătoare. Buloanele care conectează conductoarele de protecție nu trebuie să fie utilizate în alte scopuri. Conexiunile nu trebuie să fie realizate prin lipire.

429. Conexiunile trebuie să fie accesibile pentru inspectări vizuale și executarea încercărilor cu excepția conexiunilor umplute cu compound sau ermetizate, precum și conexiunile sudate, lipite și sertizate la elementele de încălzire din sistemele de încălzire și conexiunile acestora situate în podele, pereți, planșee și în sol.

430. În cazul utilizării dispozitivelor pentru controlul continuității circuitului de legare la pământ nu se permite conectarea bobinelor acestora în serie cu conductoarele de protecție.

431. Conexiunile conductoarelor de legare la pământ și de protecție și conductoarelor de echipotențializare la părțile conductoare accesibile trebuie să fie realizate cu ajutorul îmbinărilor prin buloane sau sudură.

432. Legăturile echipamentului supus demontării frecvente sau instalat pe părțile mobile sau părțile care sunt supuse șocurilor și vibrațiilor trebuie realizate cu ajutorul conductoarelor flexibile.

433. Conexiunea conductoarelor de protecție ale sistemelor de pozare și LEA trebuie realizată prin aceleași metode prin care se realizează și conexiunea conductoarelor de linie.

434. La utilizarea electrozilor naturali pentru legarea la pământ a instalațiilor electrice precum și la utilizarea părților conductoare terțe în calitate de conductoare de protecție și conductoare de echipotențializare, conexiunile de contact trebuie realizate prin metodele prevăzute în SM SR HD 60364-5-54:2013 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-54: Alegerea și montarea echipamentelor electrice. Instalații de legare la pământ și conductoare de protecție”.

435. Locurile și metodele de conexiune ale conductoarelor de legare la pământ la prizele de pământ naturale extinse trebuie să fie selectate astfel încât în cazul separării prizelor de pământ pentru lucrări de reparație tensiunile de atingere și valorile de calcul ale rezistenței ILP să nu depășească valorile inofensive.

436. Șuntarea contoarelor de apă și vanelor trebuie realizată cu ajutorul unui conductor cu secțiune corespunzătoare în funcție de faptul dacă aceasta se utilizează în calitate de conductor de echipotențializare de protecție, conductor de protecție sau conductor de legare la pământ de protecție.

437. Conexiunea fiecărei părți conductoare accesibile a instalației electrice, la conductorul de protecție sau conductorul de legare la pământ de protecție trebuie realizată cu ajutorul unei derivate separate. Conectarea în serie cu conductorul de protecție a părților conductoare accesibile nu se permite.

Conexiunea părților conductoare la sistemul de echipotențializare de bază trebuie realizată cu ajutorul derivatelor separate.

Conexiunea părților conductoare la sistemul de echipotențializare de bază poate fi realizată cu ajutorul atât a derivatelor separate, cât și cu conectarea la un conductor comun permanent, nedetașabil.

Conexiunile pentru sistemul de echipotențializare de bază și sistemul de echipotențializare suplimentar trebuie să fie realizate de la borne separate.

438. Nu se permite conectarea dispozitivelor de comutație în circuitul conductoarelor PE și PEN, cu excepția cazurilor alimentării receptoarelor electrice prin intermediul conectorilor cu fișă. În circuitele conductoarelor de protecție pot fi prevăzute conexiuni destinate realizării încercărilor și care pot fi demontate cu ajutorul instrumentelor.

439. Se permite deconectarea simultană a tuturor conductoarelor la intrare în instalațiile electrice a clădirilor rezidențiale și a altor obiecte analogice acestora, alimentate prin derivate monofazate de la LEA. În acest caz, divizarea conductorului PEN în conductoarele PE și N trebuie să fie realizată până la dispozitivul de protecție de intrare.

440. Dacă conductoarele de protecție și/sau conductoarele de echipotențializare pot fi deconectate prin intermediul aceluiași conector cu fișă ca și conductoarele de linie corespunzătoare, priza și fișa conectorului trebuie să aibă contacte speciale de protecție pentru conexiunea la acestea a conductoarelor de protecție sau conductoarelor de echipotențializare.

Dacă carcasa prizei este fabricată din metal, aceasta trebuie să fie conectată la contactul de protecție a acestei prize.

Secțiunea 14

Receptoare electrice portabile

441. Alimentarea receptoarelor electrice portabile de curent alternativ trebuie realizată de la circuite cu tensiunea nu mai mare de 400/230 V.

442. În funcție de categoria încăperii privind nivelul pericolului de electrocutare, pentru protecția împotriva atingerilor indirecte în circuitele ce alimentează receptoarele electrice portabile, poate fi utilizată întreruperea automată a alimentării, separarea electrică de protecție a circuitelor, tensiunea foarte joase, izolația dublă.

443. În cazul utilizării întreruperii automate a alimentării, carcasa metalice ale receptoarelor electrice portabile, cu excepția receptoarelor electrice cu izolație dublă, trebuie să fie conectate la conductorul neutru de protecție în sistemul TN sau legate la pământ în sistemul IT. În acest scop trebuie prevăzut un conductor special de protecție PE amplasat în aceeași manta cu conductoarele de linie, al treilea fir al cablului sau conductorului – pentru receptoare electrice monofazate și de curent continuu, al patrulea sau al cincilea fir – pentru receptoare electrice de curent trifazat, conectat la carcasa receptorului electric și la contactul de protecție al conectorului cu fișă. Conductorul PE trebuie să fie din cupru, flexibil, iar secțiunea acestuia trebuie să fie egală cu secțiunea conductoarelor de linie. Utilizarea în acest scop a conductorului neutru N, inclusiv amplasat în manta comună cu conductoarele fazice, nu se permite.

444. Se permite utilizarea conductoarelor de protecție și de echipotențializare staționare și portabile separate pentru receptoarele electrice portabile ale laboratoarelor de încercări și instalațiilor experimentale, deplasarea cărora în timpul funcționării nu este prevăzută. În acest caz conductoarele staționare trebuie să îndeplinească cerințele prevăzute în pct. 395-405, iar conductoarele portabile trebuie să fie din cupru, flexibile și să aibă secțiunea nu mai mică decât secțiunea conductoarelor de linie. La pozarea unor asemenea conductoare care nu sunt parte a unui cablu comun cu conductoarele de linie, secțiunea acestora trebuie să fie nu mai mică de cea prevăzută în pct. 402.

445. Pentru protecție suplimentară împotriva atingerii directe și indirecte, prizele cu curentul nominal mai mic de 20 A pentru amenajare în exterior, precum și cele pentru amenajare în interior, dar la care pot fi conectate receptoare electrice portabile utilizate în afara clădirilor sau în încăperi cu pericol sporit și deosebit de periculoase, trebuie să fie protejate DDR cu curentul de deconectare diferențial nu mai mare de 30 mA. Se permite utilizarea sculelor electrice manuale echipate cu prize DDR.

446. La utilizarea separării electrice de protecție a circuitelor în încăperi cu spațiu limitat și cu pereți, tavan și podea conductoare și în alte încăperi deosebit de periculoase, fiecare priză trebuie să fie alimentată de la un transformator de separare individual sau de la înfășurarea separată a acestuia.

447. La utilizarea tensiunii foarte joase alimentarea receptoarelor electrice portabile cu tensiunea mai mică de 50 V trebuie să fie realizată de la transformatorul de separare de protecție.

448. Pentru conectarea receptoarelor electrice portabile la circuitele de alimentare trebuie utilizate conectori cu fișă ce corespund cerințelor pct. 440.

În conectorii cu fișă a receptoarelor electrice portabile, conductoarelor și cablurilor de prelungire, conductorul din partea sursei de alimentare trebuie să fie conectat la priză, iar din partea receptorului electric – la fișă.

449. DDR de protecție a circuitelor de prize se recomandă de a fi amplasate în tablourile de distribuție sau terminale. Se permite utilizarea prizelor DDR.

450. Conductoarele de protecție ale cablurilor portabile trebuie să fie marcate prin benzi cu combinația de culori galben-verde.

Secțiunea 15

Instalații electrice mobile

451. Cerințele pentru instalațiile electrice mobile nu se aplică la:

- 1) instalațiile electrice navale;
- 2) echipamentele electrice amplasate pe părțile mobile ale mașinilor-unelte, mașinilor și mecanismelor;
- 3) transportul electrificat;
- 4) auto rulote.

452. Instalațiile electrice mobile pot fi alimentate de la surse staționare sau autonome mobile de energie electrică.

453. Alimentarea de la rețeaua/circuitul electric staționar trebuie efectuată de la sursa cu neutrul legat direct la pământ cu utilizarea sistemului TN-S sau TN-C-S. Combinarea funcțiilor conductorului de protecție PE și conductorului neutru N într-un singur conductor PEN în interiorul instalației electrice mobile nu se permite. Separarea conductorului PEN al liniei de alimentare în conductoarele PE și N trebuie efectuată în punctul de conexiune a instalației electrice la sursa de alimentare.

454. În cazul alimentării instalațiilor electrice mobile de la o sursă autonomă mobilă, neutrul acesteia, de regulă, trebuie să fie izolat.

455. La alimentarea receptoarelor electrice staționare de la surse autonome mobile, modul de tratare a neutrului sursei de alimentare și măsurile de protecție trebuie să corespundă modului de tratare a neutrului și măsurilor de protecție stabilite pentru receptoarele electrice staționare.

456. În cazul alimentării instalației electrice mobile de la o sursă de alimentare staționară pentru protecția împotriva atingerilor indirecte trebuie realizată întreruperea automată a alimentării în corespundere cu pct. 278 cu utilizarea dispozitivelor de protecție la supracurent. În acest caz, timpul de deconectare, indicat în tabelul 58, trebuie micșorat de două ori sau la dispozitivele de protecție la supracurent suplimentar trebuie utilizate dispozitive de curent diferențial rezidual.

457. În instalațiile electrice speciale se permite utilizarea DDR ce acționează la potențialul carcasei în raport cu pământul.

În cazul utilizării DDR ce acționează la potențialul carcasei în raport cu pământul, reglajul pentru tensiunea de deconectare trebuie să fie egală cu 25 V cu un timp de deconectare nu mai mare de 5 sec.

458. În punctul de conexiune a instalației electrice mobile la sursa de alimentare trebuie să fie instalate dispozitive de protecție la supracurent sau DDR, ce acționează la curent diferențial. Curentul diferențial nominal de declanșare trebuie să fie cu 1-2 trepte mai mare de curentul corespunzător al DDR, instalat la intrare în instalația electrică mobilă.

459. La intrare în instalația electrică mobilă poate fi utilizată separarea electrică de protecție a circuitelor în corespundere cu pct. 311-318. În acest caz, transformatorul de separare, precum și dispozitivul de protecție de intrare, trebuie plasate într-o manta izolatoare.

Dispozitivul pentru conectarea racordului de alimentare în instalație electrică mobilă trebuie să fie cu izolație dublă.

460. La utilizarea întreruperii automate a alimentării în sistemul IT pentru protecția la defect trebuie îndeplinite următoarele condiții:

1) legarea la pământ de protecție combinată cu controlul permanent al izolației, care acționează la semnal;

2) întreruperea automată a alimentării, ce asigură timpul maxim admisibil de deconectare în cazul unui defect bifazat la părțile conductoare accesibile în corespundere cu tabelul 67.

Tabelul 67. Timpul maxim admisibil de întrerupere automată a alimentării pentru sistemul IT în instalații electrice mobile alimentate de la surse autonome mobile

Tensiunea nominală de linie U_0 , V	Timpul maxim de întrerupere, sec.
230	0,4
400	0,2
690	0,06
$U_0 > 690$	0,02

Pentru asigurarea întreruperii automate a alimentării trebuie utilizate dispozitive de protecție la supracurent în combinație cu DDR ce acționează la curent diferențial rezidual sau dispozitive de control permanent al izolației care acționează la deconectare, sau, în corespundere cu pct. 456 și pct. 457, DDR ce acționează la potențialul carcasei în raport cu pământul.

461. La intrare în instalația electrică mobilă trebuie prevăzută bara principală de echipotențializare, ce corespunde cerințelor pct. 390-393 cu privire la BPLP, la care trebuie să fie conectate:

1) conductorul neutru de protecție PE sau conductorul de protecție PE al liniei de alimentare;

2) conductorul de protecție al instalației electrice mobile cu conductoarele de protecție ale părților conductoare accesibile conectate la acesta;

3) conductoarele de echipotențializare ale carcasei și altor părți conductoare terțe a instalației electrice mobile;

4) conductorul de legare la pământ, conectat la priza de pământ locală a instalației electrice mobile.

În caz de necesitate părțile conductoare accesibile și terțe trebuie să fie interconectate prin intermediul conductoarelor de echipotenzializare suplimentară.

462. Legarea la pământ de protecție a instalației electrice mobile în sistemul IT trebuie realizată cu respectarea cerințelor, fie la rezistența acesteia sau fie la tensiunea de atingere, în cazul unui defect monofazat pe părțile conductoare accesibile.

La realizarea ILP cu respectarea cerințelor cu privire la rezistența acesteia, valoarea rezistenței trebuie să fie nu mai mare de 25 Ω . Se permite majorarea rezistenței indicate în corespundere cu pct. 375.

La realizarea ILP cu respectarea cerințelor cu privire la tensiunea de atingere, rezistența instalației de legare la pământ nu se normează. În acest caz trebuie îndeplinită condiția:

$$R_{ILP} \leq \frac{25}{I_{PP}};$$

unde: R_{ILP} este rezistența ILP a instalației electrice mobile, Ω ;

I_{PP} – curentul total în cazul defectelor monofazate pe părțile conductoare accesibile ale instalației electrice mobile, A.

463. Se permite să nu fie amenajată priza de pământ locală pentru legarea la pământ de protecție a instalației electrice mobile, ce se alimentează de la o sursă autonomă mobilă cu neutrul izolat, în următoarele cazuri:

1) sursa autonomă de alimentare și receptoarele electrice sunt amplasate nemijlocit pe instalația electrică mobilă, carcasa acestora sunt conectate între ele cu ajutorul conductorului de protecție, iar de la sursă nu se alimentează alte instalații electrice;

2) sursa autonomă mobilă de alimentare are ILP proprie pentru legarea de protecție. Toate părțile conductoare accesibile ale instalației electrice mobile, carcasa acesteia și alte părți terțe sunt conectate fiabil cu carcasa sursei autonome mobile de alimentare cu ajutorul conductorului de protecție. În cazul unui defect bifazat pe diferite carcase ale echipamentului electric în instalația electrică mobilă se asigură timpul întreruperii automate a alimentării în corespundere cu tabelul 67.

464. Sursa autonomă mobilă de alimentare cu neutrul izolat trebuie să dispună de un dispozitiv de control permanent al rezistenței izolației în raport cu carcasa, pământul, cu semnal sonor și luminos. Totodată, trebuie să fie asigurată posibilitatea verificării funcționalității dispozitivului de control permanent al izolației și deconectarea lui.

Se permite să nu fie instalat dispozitivul de control permanent al izolației cu acțiune la semnal pe instalația electrică mobilă ce este alimentată de la o asemenea sursă autonomă mobilă dacă este îndeplinită condiția pct. 463 sbp. 2).

465. Protecția împotriva atingerilor directe în instalațiile electrice mobile trebuie asigurată prin utilizarea izolației părților active sau bariere de protecție sau carcase cu gradul de protecție nu mai mic de IP 2X. Utilizarea obstacolelor și amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere nu se permite.

În circuitele ce alimentează prizele pentru conectarea echipamentului electric utilizat în afara încăperii instalației mobile, trebuie să fie utilizată protecție suplimentară în corespundere cu pct. 445-447.

466. Conductoarele de protecție, de legare la pământ, precum și conductoarele de echipotenzializare trebuie să fie din cupru, flexibile și într-o manta comună cu conductoarele de linie. Secțiunea conductoarelor trebuie să corespundă cerințelor:

- 1) de protecție – pct. 400-402;
- 2) de legare la pământ – pct. 383;

3) de echipotențializare – pct. 422-426.

În cazul utilizării sistemului IT se permite pozarea conductoarelor de protecție și de legare la pământ, precum și conductoarelor de echipotențializare separat de conductoarele de linie.

467. Se permite deconectarea simultană a tuturor conductoarelor liniei de alimentare a instalației electrice mobile, inclusiv conductorul de protecție prin intermediul unui singur dispozitiv de comutație.

468. Dacă instalația electrică mobilă se alimentează cu utilizarea conectorilor cu fișă, fișa conectorului trebuie să fie conectată din partea instalației mobile și să aibă manta din material izolant.

Secțiunea 16

Instalații electrice din încăperi pentru întreținerea animalelor

469. Alimentarea instalațiilor electrice din încăperile pentru întreținerea animalelor trebuie să se realizeze de la rețeaua cu tensiunea de curent alternativ de 400/230 V.

470. Pentru protecția oamenilor și animalelor împotriva atingerilor indirecte trebuie efectuată întreruperea automată a alimentării cu utilizarea sistemului TN-S sau TN-C-S. Separarea conductorului PEN în conductorul de protecție PE și conductorul neutru N trebuie să se realizeze în tabloul electric de intrare și distribuție.

471. În cazul alimentării instalațiilor electrice din încăperile pentru întreținerea animalelor de la posturi de transformare încorporate și/sau anexate trebuie utilizat sistemul TN-S. În cazul dat conductorul neutru trebuie să aibă izolația, echivalentă cu izolația conductoarelor de linie pe toată lungimea sa.

Timpul întreruperii automate a alimentării în încăperile pentru întreținerea animalelor, precum și în încăperile legate cu acestea prin intermediul părților conductoare terțe, trebuie să corespundă cu tabelul 68.

Tabelul 68. Timpul maxim admisibil de întrerupere automată a alimentării pentru sistemul TN în încăperile de creștere a animalelor

Tensiunea nominală de fază U_0 , V	Timpul maxim de întrerupere, sec.
127	0,35
230	0,2
400	0,05

Dacă timpul de întrerupere specificat nu poate fi asigurat, sunt necesare măsuri de protecție suplimentare, cum ar fi legătura de echipotențializare suplimentară.

472. Conductorul PEN la intrare în încăperi pentru creșterea animalelor trebuie să fie legat repetat la pământ. Valoarea rezistenței prizei de pământ repetate trebuie să corespundă pct. 370.

473. În încăperile pentru întreținerea animalelor trebuie prevăzută protecția atât a oamenilor cât și a animalelor, respectiv trebuie realizat sistemul de echipotențializare suplimentar, care interconectează toate părțile conductoare accesibile și terțe disponibile atingerii simultane (țevile conductelor de apă, conductele de vid, îngrădirile metalice ale țarcurilor, lese metalice).

474. În podeaua zonei de amplasare a animalelor trebuie realizată dirijarea distribuției potențialelor prin intermediul unei grile metalice sau unui dispozitiv similar, care trebuie conectat cu sistemul de echipotențializare suplimentar.

475. Dispozitivul de dirijare a distribuției potențialelor și de echipotențializare trebuie să asigure, în regim normal de funcționare a echipamentului electric, tensiunea de atingere nu mai mare de 0,2 V, iar în regim de avarie pentru un timp de întrerupere mai mare de cel stabilit în tabelul 68 pentru instalații electrice în încăperi cu pericol sporit de electrocutare, deosebit de periculoase și în instalații exterioare – nu mai mare de 12 V.

476. Pentru toate circuitele terminale ce alimentează prize, trebuie să fie asigurată protecție suplimentară împotriva atingerilor directe prin intermediul DDR cu curentul nominal diferențial rezidual nu mai mare de 30 mA.

477. În încăperile pentru întreținerea animalelor în care lipsesc condițiile care necesită realizarea dirijării distribuției potențialelor, trebuie să fie realizată protecție prin intermediul DDR cu curentul nominal diferențial rezidual nu mai mic de 100 mA, instalate în tabloul electric de intrare și distribuție.

Secțiunea 17

Instalații electrice pentru sisteme fotoelectrice de alimentare cu energie

478. Cerințele speciale din această secțiune se aplică la instalațiile electrice ale sistemelor de alimentare cu „energie solară fotoelectrică” (PV), inclusiv modulele cu tensiune de curent alternativ, în corespundere cu prevederile standardelor SM HD 60364-7-712 Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 7-712: Prescripții pentru instalații speciale sau amplasamente speciale. Sisteme fotovoltaice (PV) și SM IEC 62548 Panouri fotovoltaice (PV). Cerințe de proiectare.

479. Echipamentul PV pe zona de tensiune continuă trebuie să fie considerat ca fiind sub tensiune, chiar și atunci când sistemul este deconectat pe zona de tensiune alternativă.

480. În cazul protecției prin utilizarea TFJS și TFJP, U_n se înlocuiește cu U_{OCSTC} care trebuie să nu depășească 120 V tensiunea de curent continuu.

Subsecțiunea 1

Protecția în caz de defect

481. Pe zona de tensiune alternativă, cablul de alimentare PV trebuie conectat la dispozitivul de protecție prin întreruperea automată a circuitelor care alimentează echipamentul utilizat.

482. În cazul în care o instalație electrică conține un sistem de alimentare PV fără cel puțin o separare simplă între zona de tensiune alternativă și cea de tensiune continuă, DDR instalat pentru a asigura protecție în caz de defect prin întreruperea automată a alimentării trebuie să fie de tip „B”.

483. În cazul în care construcția invertorului PV nu permite trecerea curentului electric continuu de defect în instalația electrică, nu este necesară prevederea unui DDR.

484. Pentru protecția în caz de defect pe zona de tensiune continuă este preferabilă utilizarea unei izolații de clasa II sau echivalentă conform standardului SM EN 61140 „Protecție împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalații și echipamente electrice”.

485. Măsurile de protecție prin utilizarea încăperilor, zonelor, platformelor izolante și legăturilor de echipotențializare suplimentară nu sunt permise pe zona de tensiune continuă.

486. Legarea la pământ a unei părți active a zonei de tensiune continuă este permisă dacă există cel puțin separarea simplă între zonele de tensiune continuă și de tensiune alternativă.

487. În cazurile în care este necesară legătura de echipotențializare, structurile metalice care susțin modulele PV, inclusiv structurile metalice de canalizare a cablurilor, trebuie să fie legate între ele. Conductorul de echipotențializare trebuie să fie conectat la orice bornă terminală de legare la pământ existentă.

488. În cazul în care structurile metalice care susțin modulele PV sunt din aluminiu, trebuie utilizate dispozitive de conexiune speciale pentru a asigura o legătură de echipotențializare corectă a tuturor părților metalice.

489. Conductorul utilizat pentru legarea la pământ a structurilor metalice deschise ale sistemului fotovoltaic trebuie să aibă o dimensiune nu mai mică de 6 mm² din cupru sau din alt material conductor echivalent. Pentru anumite configurații ale sistemelor, dimensiunea minimă a

conductorului poate necesita să fie mai mare din cauza cerințelor sistemului de protecție împotriva trăsnetului.

490. Dacă se amenajează o priză de pământ separată pentru sistemul fotovoltaic, aceasta trebuie să fie conectată la bara principală de legare la pământ a instalației electrice prin conductoare de echipotențializare de bază.

491. Conductoarele de echipotențializare și de legare la pământ ale grupului fotovoltaic trebuie să fie amenajate cât mai aproape posibil de conductoarele pozitive și negative ale grupului fotovoltaic și/sau sub-grupului fotovoltaic pentru a reduce tensiunile induse din cauza trăsnetului.

Subsecțiunea 2

Protecția cablurilor împotriva suprasarcinilor pe partea de curent continuu

492. Pe cablurile lanțurilor și grupurilor PV nu necesită să se prevadă protecția împotriva suprasarcinilor dacă curentul maxim admisibil al cablului este egal sau mai mare de $1,25 \cdot I_{SCSTC}$ în orice punct.

493. Pe cablul principal PV nu necesită să se prevadă protecția împotriva suprasarcinilor dacă curentul maxim admisibil al cablului este egal sau mai mare de $1,25 \cdot I_{SCSTC}$ al generatorului PV.

Subsecțiunea 3

Protecția împotriva curenților de scurtcircuit

494. Cablul de alimentare PV pe zona de tensiune alternativă trebuie să fie protejat împotriva curenților de scurtcircuit printr-un dispozitiv de protecție amplasat în circuitul principal de tensiune de curent alternativ.

Subsecțiunea 4

Protecția împotriva interferențelor electromagnetice (IEM) în clădire

495. Pentru a reduce la minim tensiunile induse din cauza trăsnetului, suprafața tuturor buclelor de cabluri trebuie să fie cât mai mică posibil.

TITLU V

NORMELE ÎNCERCĂRILOR DE PUNERE ÎN FUNCȚIUNE (PREDARE-PRIMIRE)

CAPITOLUL I

PREVEDERI GENERALE

496. Prezentul Titlu se aplică la punerea în funcțiune a instalațiilor electrice a consumatorilor casnici și noncasnici, rețelelor electrice și centralelor electrice indiferent de apartenență și forma de proprietate.

497. Echipamentul electric cu tensiunea mai mică de 400 kV, până la punerea în funcțiune, trebuie să fie supus încercărilor în corespundere cu cerințele prezentului titlu. Se recomandă efectuarea încercărilor de punere în funcțiune în condiții normale ale mediului înconjurător.

498. Cerințele uzinei producătoare de echipamente electrice cu privire la încercările de punere în funcțiune au prioritate în raport cu cerințele instituite de prezentul Normativ. Pentru tipurile de echipamente electrice care nu sunt expuse în prezentul Titlu, pentru obținerea datelor necesare cu privire la volumul și normele de încercări și verificări, trebuie utilizate materiale oficiale ale uzinei producătoare pentru tipurile concrete de echipamente electrice.

499. Instalațiile de protecție prin relee și automatizărilor electrice la centralele electrice și stațiile electrice se verifică în conformitate cu documentele normativ-tehnice, prezentul Normativ și instrucțiunile uzinei producătoare.

500. Adicional încercărilor prevăzute de prezentul Titlu, toate echipamentele electrice nemijlocit înainte de efectuarea încercărilor, trebuie să fie supuse inspecțiilor vizuale, verificării funcționării părții mecanice și altor încercări în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare și de amenajare.

501. Concluzia cu privire la corespunderea echipamentului electric pentru exploatare se emite în baza rezultatelor tuturor încercărilor și măsurărilor unității date de echipament electric.

502. Toate încercările și măsurările efectuate în corespundere cu documentele normativ-tehnice, prezentul Normativ și instrucțiunile uzinei producătoare trebuie să fie înregistrate în Rapoarte tehnice de măsurări și încercări și procese-verbale, care se păstrează împreună cu pașapoartele echipamentelor electrice.

503. Concluzia privind corespunderea echipamentelor electrice pentru exploatare se efectuează nu numai prin compararea rezultatelor încercărilor și măsurărilor cu normele încercărilor de punere în funcțiune, dar și cu rezultatele tuturor încercărilor, măsurărilor și inspecțiilor vizuale în ansamblu.

504. Sub termenul de valori inițiale ale parametrilor de măsurare se înțeleg valorile indicate în pașapoartele și în rapoartele tehnice ale încercărilor și măsurărilor executate de uzina producătoare.

505. Încercările electrice ale izolației echipamentului electric trebuie efectuate în cazul temperaturii izolației nu mai mici de +5°C, cu excepția cazurilor specificate în prezentul Titlu, când măsurările trebuie efectuate la altă temperatură. În unele cazuri, la decizia proprietarului instalației/centralei electrice, măsurările tgδ, rezistenței izolației și alte măsurări la echipamentele electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV, pot fi efectuate la o temperatură mai mică. Măsurările caracteristicilor electrice ale izolației, efectuate la temperaturi negative, trebuie să fie repetate în termeni cât mai restrânși la o temperatură a izolației nu mai mici de +5°C.

506. Caracteristicile izolației echipamentelor electrice se recomandă de măsurat la aceeași temperatură și conform schemelor-tip.

507. Înainte de efectuarea încercărilor și măsurărilor, cu excepția cazurilor menționate în prezentul Titlu, suprafața exterioară a izolației echipamentului electric trebuie curățată de praf și murdărie.

508. În cazul măsurării rezistenței izolației, înregistrarea indicațiilor megohmmetrului se efectuează după 60 sec. de la începerea măsurărilor. Dacă, în corespundere cu prezentul Titlu, este necesară determinarea coeficientului de absorbție $R_{60''}/R_{15''}$, înregistrarea indicațiilor se efectuează de două ori, după 15 sec. și 60 sec. de la începerea măsurărilor.

509. Încercarea cu tensiune mărită cu frecvență industrială de 50 Hz se efectuează echipamentul electric cu tensiunea mai mică de 35 kV în cazurile prevăzute de prezentul Titlu.

510. În cazul lipsei aparatajului de încercare de curent alternativ necesar, se admite încercarea cu tensiune redresată mărită, egală cu 1,5 din valoarea tensiunii de încercare de frecvență industrială de 50 Hz a echipamentului ID cu tensiune mai mică de 10 kV, cu excepția izolației de bază a cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată.

511. Echipamentul electric și izolatoarele cu tensiunea nominală, care depășește tensiunea nominală a instalației electrice, în care acestea sunt exploatate, pot fi încercate prin aplicarea tensiunii stabilite pentru clasa de izolație al acestor instalații electrice. Măsurarea rezistenței izolației, dacă lipsesc indicații suplimentare, se efectuează:

1) pentru aparate și circuite cu tensiunea mai mică de 500 V – cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V;

2) pentru aparate și circuite cu tensiunea mai mare de 500 V și mai mică de 1000 V – cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V;

3) pentru aparate cu tensiunea mai mare de 1000 V – cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

512. Încercarea cu tensiune mărită a izolatoarelor și transformatoarelor de curent, conectate cu cabluri de putere cu tensiunea 6-10 kV poate fi efectuată împreună cu aceste cabluri. Evaluarea stării se efectuează în baza normelor stabilite pentru cabluri de putere.

513. Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială a izolației aparatelor trebuie efectuată, împreună cu încercarea izolației barelor ID, fără demontarea barelor. În acest caz tensiunea de încercare se admite de ales în baza normelor pentru echipamentul care are cea mai mică tensiune de încercare.

514. În cazul efectuării mai multor tipuri de încercări a izolației echipamentului electric, până la încercarea cu tensiunea mărită trebuie să fie efectuate celelalte tipuri de încercări a izolației.

515. Rezultatele încercărilor cu tensiune mărită sunt considerate satisfăcătoare dacă la aplicarea integrală a tensiunii de încercare nu au fost observate descărcări alunecătoare, devieri ale curentului de scurgere sau creșterea valorii curentului stabilizat, străpungeri sau conturnări ale izolației și dacă valoarea rezistenței izolației măsurată cu megohmmetrul până la și după încercare a rămas aceeași.

516. Se recomandă de executat măsurarea rezistenței izolației cu megohmmetrul înainte și după încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială sau cu tensiune redresată. Drept rezistența izolației se consideră valoarea măsurată timp de un minut a rezistenței R_{60} .

517. Încercarea izolației cu tensiune de frecvență industrială, egală cu 1000 V, poate fi înlocuită cu măsurarea valorii rezistenței izolației cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, timp de 1 min. Dacă în acest caz valoarea obținută a rezistenței este mai mică decât cea prezentată în norme, atunci încercarea cu tensiunea de 1000 V de frecvență industrială este obligatorie.

CAPITOLUL II GENERATOARE ȘI COMPENSATOARE SINCRONE

Secțiunea 1

Volumul încercărilor și normele de încercare

518. În continuare termenul generator include și compensatoarele sincrone. Puterea nominală este indicată ca activă – pentru generatoare și reactivă – pentru compensatoare.

519. Generatoarele cu puterea mai mare de 1 MW și cu tensiunea mai mare de 1000 V, se supun încercărilor în volum deplin conform prezentului capitol.

520. Generatoarele cu puterea mai mică de 1 MW, inclusiv cu tensiunea mai mare de 1000 V, se supun încercărilor conform Secțiunilor 2-8, 10, 11, 16-18 din prezentul capitol.

521. Generatoarele cu tensiunea mai mică de 1000 V, se supun încercărilor conform Secțiunilor 3, 5-7, 10, 16-18 din prezentul capitol.

Secțiunea 2

Determinarea posibilității conectării în lucru fără uscare a generatoarelor cu tensiunea mai mare de 1000 V

522. Determinarea posibilității conectării în lucru fără uscare a generatoarelor cu tensiunea mai mare de 1000 V se realizează în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

523. Generatoarele puse în funcțiune se conectează fără uscare dacă rezistența izolației R_{60} și coeficientul de absorbție R_{60}/R_{15} ale înfășurărilor statorului au valori nu mai mari ca cele indicate în tabelul 69.

524. Pentru generatoarele noi puse în funcțiune la care răcirea înfășurărilor statorului este realizată cu gaz sau aer, adițional, trebuie luată în considerare dependența curenților de scurgere de

tensiunea aplicată conform cerințelor Secțiunii 4 din prezentul Capitol. Dacă în instrucțiunea uzinei producătoare a generatorului nou pus în funcțiune sau în instrucțiunea uzinei producătoare a înfășurărilor statorului sunt prevăzute criterii suplimentare de evaluare a lipsei umezelii izolației, atunci acestea trebuie utilizate.

525. Pentru generatorul cu izolație din hârtie impregnată cu ulei, necesitatea uscării la punere în funcțiune se stabilește conform instrucțiunii uzinei producătoare.

526. Înfășurările rotoarelor generatoarelor răcite cu gaz, aer sau hidrogen, nu se supun uscării dacă rezistența izolației a înfășurării are o valoare nu mai mică decât cea indicată în tabelul 69. Conectarea în lucru a generatoarelor, înfășurările rotorului ale căroră sunt răcite cu apă, se efectuează în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței izolației

527. Rezistența izolației se măsoară cu megohmmetrul, al cărui tensiune se alege în corespundere cu tabelul 69.

528. Rezistența izolației înfășurărilor statorului răcite cu apă se măsoară fără prezența apei în înfășurare, după purjarea cu aer comprimat a tractului de apă, în cazul când la ecranul megohmmetrului sunt conectate colectoare de captare a apei, izolate de sistemul de răcire extern. Cazurile când măsurările se efectuează cu prezența apei în înfășurare sunt specificate în tabelul 69.

529. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și ale coeficientului de absorbție în cazul temperaturii de 10-30°C sunt prezentate în tabelul 69.

530. Pentru temperaturi mai mari de 30°C, valoarea admisibilă a rezistenței izolației se micșorează de 2 ori pentru fiecare 20°C a diferenței dintre temperatura la care se efectuează măsurarea și 30°C. În toate cazurile rezistența izolației înfășurărilor generatorului trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ.

Tabelul 69. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și coeficientului de absorbție

Elementul încercat	Tensiunea megohm- metrului, V	Valoarea admisibilă a rezistenței izolației, MΩ	Indicații
1. Înfășurarea statorului	2500/1000/500*	Nu mai mică de 10 pentru fiecare kV al tensiunii nominale de linie	Pentru fiecare fază sau ramură separată în raport cu carcasa și alte faze sau ramuri legate la pământ. Valoarea R_{60}''/R_{15}'' trebuie să fie nu mai mică de 1,3.
	2500	Conform instrucțiunii uzinei producătoare	În cazul când distilatul curge prin înfășurare.
2. Înfășurarea rotorului	1000, se admite 500	Nu mai mică de 0,5 (în cazul răcirii cu apă – cu înfășurarea uscată)	Se admite punerea în funcțiune a generatoarelor cu puterea nu mai mare de 300 MW cu rotoare cu poli înecați, în cazul răcirii indirecte sau directe cu aer și hidrogen a înfășurării, care are rezistența izolației nu mai mică de 2 kΩ la temperatura de 75°C sau de 20 kΩ la temperatura de 20°C. În cazul puterii mai mari, punerea în funcțiune a generatorului cu rezistența izolației înfășurării rotorului mai mici de 0,5 MΩ, la 10-30°C, se admite numai cu acordul uzinei producătoare.
	1000	Conform instrucțiunilor uzinei producătoare	În cazul când distilatul curge prin canale de răcire ale înfășurării.
3. Circuitele de excitație ale generatorului și excitatorului colector cu tot aparatul conectat (fără înfășurările rotorului și excitatorului)	1000, se admite 500	Nu mai mică de 1	
4. Înfășurările excitatorului colector și excitatorului-pilot	1000	Nu mai mică de 0,5	
5. Bandajele indusului și colectorului excitatorului colector și excitatorului-pilot	1000	Nu mai mică de 1	În cazul înfășurării indusului legate la pământ
6. Buloane de strângere izolate a fierului statorului (accesibile pentru măsurare)	1000	Nu mai mică de 1	

7. Rulmenții și etanșările arborelui	1000	Nu mai mică de 0,3 pentru hidrogeneratoare și 1,0 pentru turbogeneratoare și compensatoare	Pentru hidrogeneratoare măsurarea se efectuează dacă permite construcția generatorului și în instrucțiunea uzinei producătoare nu sunt indicate alte norme mai aspre
8. Difuzoarele, tablourile ventilatoarelor și alte noduri ale statorului generatoarelor	500-1000	În corespundere cu cerințele uzinei producătoare	
9. Senzorii termici cu conductoare de conectare, inclusiv conductoare de conectare amenajate în interiorul generatorului: cu răcire indirectă a înfășurărilor statorului cu răcire directă a înfășurărilor statorului			
	250 sau 500	Nu mai mică de 1	Tensiunea megohmmetrului – conform instrucțiunilor uzinei producătoare
	500	Nu mai mică de 0,5	

Notă: *Rezistența izolației se măsoară în cazul tensiuni nominale a înfășurării mai mici de 500 V cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V, în cazul tensiunii nominale a înfășurării mai mari de 500 V și mai mici de 1000 V – cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V, iar în cazul tensiunii nominale a înfășurării mai mari de 1000 V – cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

Secțiunea 4

Încercarea izolației înfășurării statorului cu tensiune redresată mărită cu măsurarea curentului de scurgere

531. Încercării se supune fiecare fază sau derivată separat de celelalte faze sau derivate, conectate cu corpul statorului. În cazul generatoarelor cu răcire cu apă a înfășurării statorului, încercarea se realizează dacă această posibilitate este prevăzută de construcția generatorului.

532. Valorile tensiunii de încercare sunt prezentate în tabelul 70.

Tabelul 70. Valorile tensiunii redresate de încercare a izolației înfășurării statorului, kV

Puterea generatorului (MW), compensatorului (MV·A)	Tensiunea nominală a generatorului, kV	Tensiunea redresată de încercare, kV
Mai puțin de 1	Toate nivelele de tensiune	$1,2+2,4 \cdot U_{nom}$
1 și mai mult	Mai mică de 3,3	$2,4+1,2 \cdot U_{nom}$
	Mai mare de 3,3 și mai mică de 6,6	$1,28 \cdot 2,5 \cdot U_{nom}$
	Mai mare de 6,6 și mai mică de 20	$1,28 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 3)$
	Mai mare de 20 și mai mică de 24	$1,28 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 1)$

533. Măsurarea curenților de scurgere pentru trasarea curbelor lor de dependență de tensiune, se realizează la cel puțin 5 valori ale tensiunii redresate – de la $0,2 \cdot U_{max}$ până la U_{max} în trepte egale. La fiecare treaptă tensiunea se menține pentru 1 min. Valorile curentului de scurgere se fixează peste fiecare 15 și 60 sec.

534. Evaluarea caracteristicilor obținute se efectuează în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 5

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

535. Valoarea tensiunii de încercare se alege în conformitate cu tabelul 71.

536. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

537. Încercarea izolației înfășurării statorului mașinilor, puse în funcțiune pentru prima dată, se recomandă de efectuat până la introducerea rotorului în stator.

538. Izolația înfășurării rotorului turbogeneratoarelor, puse în funcțiune pentru prima dată, se încearcă în cazul turajilor nominale ale rotorului.

539. La generatoarele răcite cu apă, izolația înfășurării statorului se încearcă în cazul circulării în sistemul de răcire a distilatului cu rezistență specifică nu mai mică de $100 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$ și în cazul consumului nominal, dacă în instrucțiunea uzinei producătoare a generatorului nu se specifică altfel.

540. Înainte de conectarea generatorului în lucru, după amenajarea acestuia, este necesar de efectuat încercarea de control cu tensiune nominală de frecvență industrială sau cu tensiune redresată, egală cu $1,5 \cdot U_{nom}$. Durata încercării – 1 min.

541. Nu se admite combinarea încercărilor cu tensiune mărită a izolației înfășurării statorului și a altor elemente instalate în el cu verificarea etanșeității carcasei generatorului cu presiune relativă a aerului.

542. În cazul încercării cu tensiune mărită a mașinii asamblate complet trebuie să fie asigurată urmărirea minuțioasă după modificările curentului și tensiunii în circuitul înfășurării supuse încercării și supravegherea carcasei mașinii cu respectarea tuturor măsurilor de securitate. În cazul depistării în timpul încercărilor a abaterilor de la regimul normal, devieri ale acelor indicatoare ale echipamentelor

de măsurare, mărirea valorilor curenților de scurgere în comparație cu valorile curenților observați anterior, zgomote neobișnuite în carcasa generatorului, încercările trebuie să fie stopate și repetate cu ecranele de capăt demontate.

543. În cazul încercărilor cu tensiune mărită a izolației înfășurărilor generatoarelor, este necesar de respectat măsurile de apărare împotriva incendiilor.

Tabelul 71. Tensiunile de încercare de frecvență industrială

Elementul încercat	Caracteristica sau tipul generatorului	Tensiunea de încercare, kV	Note
1. Înfășurarea statorului generatorului	Putere mai mică de 1 MW, tensiunea nominală mai mare de 0,1 kV	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 1)$, dar nu mai mică de 1,2	
	Putere 1 MW și mai mare, tensiunea nominală mai mică de 3,3 kV	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 1)$	
	Puterea 1 MW și mai mare, tensiunea nominală mai mare de 3,3 și mai mică de 6,6 kV	$0,8 \cdot 2,5 \cdot U_{nom}$	
	Puterea 1 MW și mai mare, tensiunea nominală mai mare de 6,6 și mai mică de 20 kV	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 3)$	
	Puterea 1 MW și mai mare, tensiunea nominală mai mare de 10 kV	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 1)$	
2. Înfășurarea statorului al hidrogeneratorului, încărcătura care se produce la locul amenajării, după finalizarea asamblării complete a înfășurării și izolării conexiunilor	Puterea 1 MW și mai mare, tensiunea nominală mai mică de 3,3 kV	$2 \cdot U_{nom} + 1$	Dacă asamblarea statorului se execută la locul amenajării, dar nu pe fundație, atunci până la instalarea statorului pe fundație, încercările acestuia se efectuează conform pct. 2 din prezentul Tabel, iar după instalare – conform pct. 1 din prezentul Tabel
	Puterea 1 MW și mai mare, tensiunea nominală mai mare de 3,3 și mai mică de 6,6 kV	$2,5 \cdot U_{nom}$	
	Puterea 1 MW și mai mare, tensiunea nominală mai mică de 10 kV	$2 \cdot U_{nom} + 3$	
3. Înfășurarea rotorului cu poli aparenti	Generatoare de toate puterile	$8 \cdot U_{nom}$ de excitație a generatorului, dar nu mai mică de 1,2 și nu mai mare de 2,8 kV	
4. Înfășurarea rotorului cu poli înecați	Generatoare de toate puterile	1,0	Tensiunea de încercare se alege egală cu 1 kV atunci când nu

			contravine cerințelor specificațiilor tehnice ale uzinei producătoare. Dacă specificațiile tehnice prevăd norme de încercare mai aspre, tensiunea de încercare trebuie mărită.
5. Înfășurarea excitatorului a colectorului și excitatorului-pilot a colectorului	Generatoare de toate puterile	$8 \cdot U_{nom}$ de excitație a generatorului, dar nu mai mică de 1,2 și nu mai mare de 2,8	În raport cu carcasa și bandaje
6. Circuitele de excitație	Generatoare de toate puterile	1,0	
7. Reostat de excitație	Generatoare de toate puterile	1,0	
8. Rezistorul circuitului de stingere a câmpului și întreruptorului de stingere a câmpului	Generatoare de toate puterile	2,0	

Notă: *Pentru bornele de ieșire, încercate de uzina producătoare împreună cu izolația înfășurării statorului;

**Pentru bornele de ieșire de rezervă înainte de instalare pe turbogenerator.

Secțiunea 6 Măsurarea rezistenței în curent continuu

544. Măsurarea se efectuează în stare rece a generatorului.

545. În cazul comparării valorilor rezistențelor cu datele uzinei producătoare, acestea trebuie raportate la aceeași temperatură.

546. Normele abaterilor admisibile a rezistenței sunt prezentate în tabelul 72.

Tabelul 72. Normele abaterilor valorilor rezistenței în curent continuu

Elementul încercat	Norma	Notă
1. Înfășurarea statorului	Valorile rezistențelor înfășurării nu trebuie să difere una față de alta mai mult de 2%, ramurilor – mai mult de 5%. Rezultatele măsurărilor rezistențelor aceleiași ramuri și faze nu trebuie să difere de datele inițiale mai mult de 2%	Se măsoară separat rezistența fiecărei faze sau ramurii. Rezistența ramurilor paralele se măsoară, în cazul accesibilității bornelor separate. Pentru unele tipuri de mașini, generatoare de curent alternativ, sisteme de excitație, generatoare mici, diferența între rezistențele fazelor și ramurilor separate poate fi depășită în

		conformitate cu datele uzinei producătoare.
2. Înfășurarea rotorului	Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere de la datele inițiale mai mult de 2%.	La rotoarele cu poli aparenti, adițional, se măsoară rezistențele fiecărui pol separat sau pe pereche și al contactului de trecere între bobine.
3. Înfășurările de excitație a excitatorului colectorului	Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere de la datele inițiale mai mult de 2%.	
4. Înfășurarea indusului excitatorului (între plăcile colectorului)	Valorile rezistenței măsurate nu trebuie să difere una față de alta mai mult de 10%, cu excepția cazurilor, când aceasta este condiționată de schema de conexiune.	
5. Rezistorul circuitului de stingere a câmpului, reostatele de excitație	Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere de la datele inițiale mai mult de 10%.	

Secțiunea 7

Determinarea caracteristicilor generatorului

Subsecțiunea 1

Determinarea caracteristicii de scurtcircuit trifazat

547. Abaterea caracteristicii de scurtcircuit, determinate în cazul încercării, de la cea inițială trebuie să se afle în limitele erorii admisibile de măsurare.

548. Dacă abaterea caracteristicii determinate depășește limitele determinate de eroarea admisibilă de măsurare și caracteristica este amplasată mai jos de cea inițială, acest fapt indică despre prezența scurtcircuitelor între spire în înfășurarea rotorului.

549. În cazul încercărilor de predare-primire, caracteristica de scurtcircuit a generatorului, care funcționează în bloc cu un transformator de putere, se admite să nu fie determinată, dacă aceasta a fost determinată de uzina producătoare și este prezent procesul-verbal de încercare.

550. La generatorul care funcționează în bloc cu transformator de putere, după amenajare este necesar de determinat caracteristica de scurtcircuit a întregului bloc, cu instalarea scurtcircuitului după transformator de putere.

551. Pentru compararea cu caracteristica uzinei producătoare, caracteristica generatorului poate fi obținută prin recalcularea datelor caracteristicii de scurtcircuit a blocului conform SM EN IEC 60034-4-1 „Mașini electrice rotative. Partea 4-1: Metode pentru determinarea prin încercări a mărimilor mașinilor sincrone cu excitație electrică”.

552. La compensatoarele sincrone, care nu sunt echipate cu motor de accelerare, caracteristicile de scurtcircuit trifazat se determină la ieșirea din sincronism și numai în cazul încercărilor după amenajare, dacă caracteristica nu a fost determinată de uzina producătoare.

553. Pentru turbogeneratoare cu sistem de excitație fără perii, caracteristica de scurtcircuit trifazat se admite de măsurat prin metode indirecte în corespundere cu recomandările uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2

Determinarea caracteristicii de mers în gol

554. Caracteristica se determină în cazul descreșterii curentului de excitație, începând cu cel mai mare curent, care corespunde tensiunii de 1,3 din cea nominală pentru turbogeneratoare și compensatoare sincrone și 1,5 din cea nominală pentru hidrogeneratoare.

555. Se admite determinarea caracteristicii de mers în gol a turbogeneratoarelor și hidrogeneratoarelor, începând cu curentul de excitație nominal în cazul turajilor reduse a generatorului, cu condiția că tensiunea pe înfășurarea statorului este nu mai mare de 1,3 din cea nominală.

556. La compensatoarele sincrone se permite determinarea caracteristicii de mers în gol la rotația liberă.

557. La generatoarele care funcționează în bloc cu transformatoare de putere, se determină caracteristica de mers în gol a blocului, în acest caz generatorul se excită până la 1,15 din tensiunea nominală.

558. În cazul punerii în funcțiune a blocului, caracteristica de mers în gol a generatorului, deconectat de la transformatorul de putere, se admite să nu fie determinată, dacă aceasta a fost determinată de uzina producătoare și sunt procesele-verbale respective. În cazul lipsei la centralele electrice a acestor procese-verbale, determinarea caracteristicii de mers în gol a generatorului este obligatorie.

559. După determinarea caracteristicii de mers în gol a generatorului și deconectarea totală a excitației, se recomandă măsurarea tensiunii remanente și verificarea simetriei tensiunilor de linie nemijlocit la bornele înfășurării statorului.

560. Abaterile valorilor caracteristicii de mers în gol determinate față de cea inițială și diferențele între valorile tensiunilor de linie trebuie să se afle în limitele preciziei măsurărilor.

561. Pentru turbogeneratoare cu sistem de excitație fără perii, caracteristica de mers în gol se admite de măsurat prin metode indirecte în corespundere cu recomandările uzinei producătoare.

Secțiunea 8

Încercarea izolației între spirele înfășurării statorului

562. Se efectuează la punerea în funcțiune, cu excepția generatoarelor și compensatoarelor sincrone încercate de uzina producătoare și în cazul existenței proceselor-verbale respective.

563. Încercarea se efectuează în cazul mersului în gol al mașinii, la compensatorul sincron la rotația liberă, prin intermediul majorării tensiunii generate până la valoarea egală cu 130% din cea nominală pentru turbogenerator și compensator sincrone și până la 150% pentru hidrogenerator.

564. Durata încercării în cazul tensiunii cele mai mari – 5 min., iar la hidrogeneratoare cu înfășurare din bare – 1 min. În cazul efectuării încercării se admite de majorat frecvența rotației mașinii până la 115% din valoarea nominală.

565. Izolația între spire se recomandă de încercat concomitent cu determinarea caracteristicii de mers în gol.

Secțiunea 9

Determinarea caracteristicilor excitatorului colectorului

566. Caracteristica de mers în gol se determină până la valoarea maximală a tensiunii sau la valoarea stabilită de uzina producătoare.

567. Determinarea caracteristicii de sarcină se efectuează în cazul sarcinii pe rotorul generatorului până la valoarea nu mai mică de curentul nominal de excitație al generatorului.

Abaterile caracteristicilor de la caracteristicile uzinei producătoare, trebuie să fie în limitele erorii admisibile a măsurărilor.

Secțiunea 10 **Măsurarea vibrației**

568. Vibrația nodurilor generatoarelor și excitatoarelor ale acestora, în cazul funcționării cu turația nominală trebuie să nu depășească valorile indicate în tabelul 73. Recomandările cu privire la măsurarea nivelului vibrației la părțile mașinii ce nu se rotesc sunt indicate în SM ISO 20816-1 „Vibrații mecanice. Măsurarea și evaluarea vibrațiilor mașinii. Partea 1: Linii directoare generale”.

Tabelul 73. Valorile maxim admisibile a vibrației generatoarelor și excitatoarelor

Nodul controlat	Vibrația, μm , la turația nominală a rotorului, rot./min						Note
	Mai mică de 100	Mai mare de 100 și mai mică de 187,5	Mai mare de 187,5 și mai mică de 375	Mai mare de 375 și mai mică de 750	1500	3000	
1. Rulmenții turbogeneratoarelor și excitatoarelor, cruci cu rulmenți de ghidare încorporați la hidrogeneratoarele verticale	180	150	100	70	50 ¹⁾	30 ¹⁾	Vibrația rulmenților turbogeneratoarelor, excitatoarelor acestora și hidrogeneratoarelor orizontale se măsoară la capacul superior al rulmenților în direcție verticală și la conector – în direcția axului și în direcție perpendiculară. Pentru hidrogeneratoarele verticale, valorile vibrațiilor indicate se referă la direcțiile orizontale și verticale.
2. Inelele de contact ale rotoarelor turbogeneratoarelor	-	-	-	-	-	200	Vibrațiile se măsoară în direcția verticală și orizontală.
3. Miezul statorului turbogeneratorului	-	-	-	-	40	60	Vibrația miezului se determină în cazul punerii în funcțiune a mostrelor cap serie a tipurilor noi de turbogeneratoare. În procesul exploatării, vibrația se măsoară în cazul depistării stării nesatisfăcătoare a construcțiilor din oțel ale statorului (coroziune de contact, deteriorarea punctelor de fixare a miezului). Vibrația se măsoară în direcția radială în secțiune, după posibilitate nemijlocit în apropiere mijlocul lungimii miezului.
4. Carcasa statorului turbogeneratorului							Vezi notele de la pct. 3 al prezentului Tabel
- cu suspensie	-	-	-	-	-	30	

elastică a miezului statorului							
- fără suspensie elastică	-	-	-	-	40	60	
5. Părțile frontale ale înfășurării statorului turbogeneratorului	-	-	-	-	125	125	Vibrația părților frontale a înfășurării se determină în cazul punerii în funcțiune a mostrelor cap serie a tipurilor noi de turbogeneratoare. În procesul exploatării vibrația se măsoară în cazul depistării abraziunii izolației sau slăbirii elementelor de fixare a înfășurării, apariției hidrogenului în capcana de gaz sau scurgerilor frecvente în capetele înfășurării răcite cu apă și respectiv cu umplere cu hidrogen sau aer a carcasei. Vibrațiile se măsoară în direcțiile radiale și tangențiale în apropiere de capetele a trei bare ale înfășurării statorului.
6. Miezul statorului hidrogeneratorului	30 (50) ² 80	30 (50) ² 80	30 (50) ² 80	30 (50) ² 80	-	-	În procesul exploatării, vibrația se măsoară la hidrogeneratoarele cu puterea de 20 MW și mai mare în cazul depistării stării nesatisfăcătoare a nodurilor de fixare a miezului, apariției coroziunii de contact, dar nu mai rar de o dată la 4-6 ani. Vibrația se măsoară pe partea din spate a sectoarelor miezului în direcția radială pe ambele părți ale articulațiilor cap la cap și la 4-6 puncte pe circumferință – în cazul unui miez inelar
7. Părțile frontale ale înfășurărilor statorului hidrogeneratorului	(50) ³	(50) ³	(50) ³	(50) ³	-	-	Vibrația înfășurării se determină în cazul punerii în funcțiune a mostrelor cap serie a tipurilor noi de turbogeneratoare cu puterea mai mare de 300 MW și a generatoarelor-motor cu puterea mai mare de 100 MW. În procesul exploatării vibrația se măsoară la hidrogeneratoare cu

							puterea de 50 MW și mai mare în cazul depistării slăbirii legăturilor de pene și bandaje, abraziunea izolației, scurgeri frecvente de apă în capetele barelor, la mașini cu răcire a înfășurării cu apă, dar nu mai rar de o dată în 4-6 ani. Vibrația se măsoară în direcțiile radială și tangențială la părțile frontale și în apropiere de ieșire din creștătură la cel puțin 10 bare ale înfășurării.
--	--	--	--	--	--	--	---

Notă: ¹⁾ În cazul prezenței echipamentului respectiv, valoarea eficace a vitezei de vibrații la punerea în funcțiune a turbogeneratoarelor după amenajare trebuie să nu depășească $2,8 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ pe ax vertical și transversal și $4,5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ în lungul axei longitudinale.

²⁾ La numărător este valoarea vibrației cu frecvența de 100 Hz în regim de sarcină, miezul este „fierbinte”, și în paranteze – în regim de mers în gol cu excitație, miezul este „rece”, la numitor – vibrațiile poliarmonice de frecvență joasă, multiple și care circulă pentru aceste frecvențe, în regim de mers în gol și sarcină.

³⁾ Vibrația cu frecvența de 100 Hz, raportată la regim nominal.

569. Vibrația rulmenților compensatoarelor sincrone cu turații nominale a rotorului de 750-1000 rot/min trebuie să nu depășească 80 μm pe amplitudinea oscilației schimbătoare sau $2,2 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ a valorii eficace a vitezei de vibrații.

570. Vibrația se măsoară în cazul punerii în funcțiune a compensatorului după amenajare, iar în continuare – la necesitate. Metodele și procedurile de balansare a rotoarelor sunt indicate în SM ISO 21940-12 „Vibrații mecanice. Echilibrarea rotorului. Partea 12: Proceduri și toleranțe pentru rotoare cu comportament flexibil”.

Secțiunea 11

Încercarea răcitoarelor de gaz cu presiune hidraulică

571. Presiunea hidraulică de încercare trebuie să fie egală cu presiunea dublă maxim posibilă de lucru, dar nu mai mică de 0,3 MPa pentru turbogeneratoare și hidrogeneratoare răcite cu aer și 0,5 MPa pentru celelalte turbogeneratoare și compensatoare sincrone răcite cu hidrogen.

572. Durata încercării – 30 min.

573. În cazul încercării nu trebuie să fie depistate micșorări a presiunii de încercare sau scurgeri de apă.

Secțiunea 12

Verificarea densității sistemului de răcire cu apă a înfășurării statorului

574. Densitatea sistemului în comun cu colectoare și furtunurile de conexiune se verifică prin încercări hidraulice cu condensat sau cu apă desalinizată. Preliminar prin sistem se pompează apă fierbinte cu temperatura de 60-80°C, timp de 12-16 ore. Se recomandă ca încălzirea și răcirea să aibă loc în 2-3 cicluri.

575. Densitatea sistemului se verifică cu presiune relativă statică a apei, egală cu 0,8 MPa la mașinile cu furtunuri de conexiune din fluoroplast cu diametrul exterior de 28 mm, $D_{\text{interior}}=21$ mm, și 1 MPa în cazul diametrul exterior a furtunului de 21 mm, $D_{\text{interior}}=15$ mm, dacă în instrucțiunile uzinei producătoare nu sunt indicate cerințe mai aspre.

576. Durata încercării – 24 ore.

577. La încercări, în cazul temperaturii și scurgerilor de apă constante, căderea presiunii trebuie să fie nu mai mare de 0,5%. Înainte de finalizarea încercării este necesar de examinat minuțios înfășurarea, colectoarele, furtunurile, locurile de conexiune ale acestora și de verificat lipsa scurgerilor de apă.

578. Dacă rezultatele încercărilor hidraulice sunt negative și nu este posibil de determinat locul scurgerilor, atunci sistemul de răcire este necesar de purjat cu aer uscat și ulterior de încercat la presiune cu amestec de aer comprimat cu freon-12. Densitatea sistemului în acest caz se verifică cu detector de gaze halogene.

Secțiunea 13

Inspectarea vizuală și verificarea dispozitivelor de răcire cu lichid

579. Inspectarea vizuală și verificarea se efectuează conform instrucțiunilor uzinei producătoare.

Secțiunea 14

Verificarea etanșeității rotorului, statorului, sistemului gaz-ulei și carcasei generatorului asamblat

580. Etanșarea rotorului și statorului în timpul amenajării se verifică conform instrucțiunii uzinei producătoare.

581. Etanșarea turbogeneratoarelor și compensatoarelor sincrone asamblate și răcite cu hidrogen se verifică conform instrucțiunii uzinei producătoare.

582. Înainte de umplerea carcasei generatorului cu hidrogen și după pomparea uleiului în garniturile de etanșare a arborelui se efectuează verificarea de control a etanșeității generatorului în comun cu sistemul gaz-ulei. Verificarea de control se efectuează cu aer comprimat sub presiunea, egală cu presiunea nominală de funcționare a hidrogenului.

583. Durata încercării – 24 ore.

584. Valoarea scurgerii de aer timp de 24 de ore, în procente, se determină după formula:

$$\Delta V = 100 \left[1 - \frac{P_K(273+\vartheta_H)}{P_H(273+\vartheta_K)} \right],$$

unde: P_H și P_K este presiunea absolută în sistemul de răcire cu hidrogen la începutul și la sfârșitul încercării;

ϑ_H și ϑ_K – temperatura aerului în carcasa generatorului la începutul și la sfârșitul încercării.

585. Scurgerea de aer timp de 24 de ore, calculată conform formula din pct. 584, trebuie să nu depășească 1,5%.

Secțiunea 15

Determinarea scurgerii de hidrogen timp de 24 de ore

586. Scurgerea de hidrogen timp de 24 de ore din generator, raportată la condiții normale, determinată conform formulei din Capitolul II Secțiunea 14, trebuie să fie nu mai mare de valorile:

- 1) 3 m³ – pentru generatoare cu puterea mai mică de 32 MW;
- 2) 7 m³ – pentru generatoare cu puterea mai mică de 63 MW;
- 3) 10 m³ – pentru generatoare cu puterea mai mică de 110 MW;
- 4) 12 m³ – pentru generatoare cu puterea mai mică de 800 MW;
- 5) 18 m³ – pentru generatoare cu puterea mai mare de 800 MW.

587. Consumul timp de 24 de ore, cu luarea în considerare a purjărilor pentru menținerea purității hidrogenului conform Capitolului II Secțiunea 25 – nu mai mare de 10% din cantitatea totală de gaz în mașină la presiunea de lucru.

588. Consumul de hidrogen timp de 24 de în compensatorul sincron trebuie să fie nu mai mare de 5% din cantitatea totală de gaz din acesta.

Secțiunea 16

Încercarea la încălzire

589. Încercarea se efectuează la punerea în funcțiune, dar nu mai târziu de 180 de zile, după amenajare și conectarea generatorului la rețeaua electrică la temperaturi ale mediilor de răcire cât mai aproape de valorile nominale și sarcini aproximativ de 60, 75, 90, 100% din cea nominală.

590. Conform rezultatelor încercărilor la punerea în funcțiune, se evaluează corespunderea încălzirilor cerințelor standardelor și specificațiilor tehnice, se stabilesc valorile maxim admisibile a

temperaturi înfășurărilor și fierului activ al generatorului, se întocmesc fișele sarcinilor admisibile în cazul devierii de la valorile nominale a tensiunii la borne și temperaturilor mediilor de răcire.

591. Încercările și analiza materialelor obținute trebuie efectuate în corespundere cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii electroenergetice, iar pentru turbogeneratoare cu sistem de excitație fără perii (în continuare – SEFP) – conform recomandărilor uzinei producătoare.

Secțiunea 17

Determinarea rezistențelor inductive și a constantelor de timp al generatorului

592. Determinarea se efectuează o dată, în cazul punerii în funcțiune a mostrei cap serie a noului tip de generator, dacă acești parametri n-au putut fi obținuți pe standul uzinei producătoare.

593. Rezistențele inductive și constantele de timp al generatorului se determină de asemenea o dată în cazul reparației capitale, după executarea modernizării, dacă în rezultatul schimbărilor constructive sau materialelor utilizate pot fi modificați acești parametri.

594. Datele obținute a rezistențelor inductive și a constantelor de timp se evaluează la corespunderea acestora cerințelor standardelor și specificațiilor tehnice.

Secțiunea 18

Verificarea calității distilatului

595. Sistemul de răcire cu apă a înfășurărilor generatorului trebuie să asigure calitatea distilatului în limitele normelor, prezentate în tabelul 74, dacă în instrucțiunea uzinei producătoare nu sunt menționate cerințe mai aspre.

Tabelul 74. Normele calității distilatului

Parametrul	Valoarea
Indicele pH la temperatura de 25°C	8,5±0,5 (7,0-9,2)
Rezistența electrică specifică la temperatura de 25°C, kΩ/cm	Nu mai mică de 200 (100)
Conținut de oxigen, μg/kg (pentru sisteme închise)	Nu mai mare de 400
Conținut de cupru, μg/kg	Nu mai mare de 100 (200)

Notă: 1. În paranteze sunt indicate normele provizorii admise până la punerea în funcțiune a filtrului ionoschimbător cu funcție de amestec. Consumul distilatului pentru purjarea conturului cu distilat proaspăt trebuie să constituie nu mai puțin de 5 m³/zi, iar în cazul necesității micșorării conținutului de cupru, consumul de distilat poate fi mărit, dar în toate cazurile nu mai mare de 20 m³/zi pentru sisteme închise.

2. Se admite majorarea nu mai mare de 50% a normelor de conținut a compușilor de cupru și oxigen pe perioada primelor 4 zile în cazul pornirii generatorului după reparație, precum și în cazul aflării în rezervă.

3. În cazul prelucrării cu amoniac a apei de răcire și funcționării filtrelor în NH₄OH – formei pentru hidrogeneratoare, conținutul de oxigen în contur se admite să fie nu mai mare de 50 μg/kg.

4. În cazul micșorării rezistenței specifice a distilatului la valoare mai mică de 100 kΩ·cm trebuie să acționeze semnalizarea.

Secțiunea 19

Verificarea și încercarea sistemului de răcire

596. Verificarea și încercarea se efectuează în corespundere cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 20

Analiza de control a purității hidrogenului, injectat în generator

597. În hidrogenul injectat în generator, conținutul oxigenului trebuie să fie nu mai mare de 0,5%.

Secțiunea 21

Verificarea circulației aerului în canalele de ventilație a înfășurărilor rotorului turbogeneratorului

598. Verificarea se execută la turbogeneratoarele cu răcire directă a înfășurărilor conform cerințelor uzinei producătoare.

Secțiunea 22

Analiza de control al conținutului de hidrogen și de umiditate a gazului în carcasa generatorului

599. Conținutul de hidrogen în gazul de răcire din carcasele generatoarelor cu răcire directă cu hidrogen a înfășurărilor și a compensatoarelor sincrone cu răcire directă și indirectă cu hidrogen trebuie să fie nu mai mic de 98%. În carcasele generatoarelor cu răcire indirectă cu hidrogen în cazul presiunii relative a hidrogenului de 50 kPa și mai mare – 97%, în cazul presiunii relative a hidrogenului mai mici de 50 kPa – 95%.

600. La punerea în funcțiune a turbogeneratoarelor răcite cu hidrogen de toate tipurile și compensatoarelor sincrone, pentru puritatea hidrogenului de 98% și 97%, conținutul de oxigen în gaz trebuie să fie nu mai mare de 0,8% și respectiv 1,0%, iar în vana cu flotor, rezervorul de purjare și rezervorul de separare a hidrogenului din instalația de tratare a uleiului – nu mai mare de 2%.

601. În sistemul de gaz a turbogeneratorului, în care are loc circulația permanentă a gazului, carcasa generatorului, conductele uscătorului, tuburile de impuls a analizatorului de gaze, se verifică umiditatea. În acest caz temperatura punctului de rouă a hidrogenului în carcasa turbogeneratorului la presiunea de lucru trebuie să fie mai mică ca temperatura apei la intrare în răcitorul de gaz, dar nu mai mare de 15°C.

602. Temperatura punctului de rouă a aerului în carcasa turbogeneratorului cu răcire completă cu apă trebuie să nu depășească valorile indicate în instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 23

Analiza de control al gazului la conținut de hidrogen în carterele rulmenților, în conductele de scurgere a uleiului, în volumul de gaz din rezervorul de ulei și în conductoare-bare ecranate

603. În cazul analizei se verifică conținutul de hidrogen în nodurile indicate. În rezervorul de ulei nu trebuie să fie urme de hidrogen.

604. Conținutul de hidrogen în carterele rulmenților, în conductele de scurgere a uleiului, în conductoarele-bare ecranate, în carcasele bornelor fazelor și neutrului trebuie să fie nu mai mare de 1%.

Secțiunea 24

Verificarea scurgerilor de ulei în garniturile generatorului

605. Verificarea se efectuează la generatoarele răcite cu hidrogen prin intermediul tuburilor pentru controlul uleiului, instalate pe conductele de evacuare a uleiului ale garniturilor. Pentru

generatoarele la care nu sunt prevăzute astfel de tuburi, verificarea se efectuează prin măsurarea scurgerilor de ulei în supapa de plutire, într-o anumită perioadă de timp, în cazul ventilului de ieșire închis temporar. Scurgerile de ulei trebuie să nu depășească valorile indicate în instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 25

Testarea regulatorului de nivel al uleiului în supapa hidraulică pentru evacuarea uleiului din garnituri în generator

606. Testarea se efectuează la generatoarele răcite cu hidrogen în cazul presiunii nominale de lucru a aerului sau a hidrogenului în carcasa generatorului. Intervalul de schimbare a nivelurilor de ulei în supapa hidraulică trebuie să corespundă nivelurilor necesare în cazul deschiderii și închiderii supapei de plutire.

Secțiunea 26

Încercări hidraulice ale rezervorului tampon și conductelor sistemului de alimentare cu ulei a garniturilor

607. Încercarea se efectuează la generatoarele răcite cu hidrogen în cazul presiunii uleiului egale cu 1,5 din presiunea de lucru a gazului în carcasa generatorului.

608. Conductele sistemului de alimentare cu ulei al garniturilor până la regulatorul de presiune diferențială, inclusiv acesta din urmă, se încearcă în cazul presiunii uleiului egale cu 1,25 din presiunea maximă admisibilă de lucru, creată de sursele de alimentare cu ulei.

609. Durata încercărilor – 3 min.

Secțiunea 27

Verificarea funcționării reglatoarelor de presiune a uleiului în circuitul de alimentare cu ulei a garniturilor

610. Verificarea se efectuează la generatoarele răcite cu hidrogen.

611. Reglatoarele de presiune a uleiului de etanșare, compensare și presare se verifică la diferite presiuni a aerului în carcasa generatorului în corespundere cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 28

Verificarea lipirilor părților frontale a înfășurării statorului

612. Verificarea se efectuează la generatoarele ale căror părți frontale ale înfășurării statorului sunt lipite cu aliaj de staniu, cu excepția generatoarelor cu răcire cu apă a înfășurării.

Secțiunea 29

Măsurarea tensiunii electrice între capetele arborelui și pe rulmenții izolați

613. Măsurarea se efectuează la generatoarele aflate în lucru, care au unul sau ambele capete ale arborelui rotorului izolate față de carcasă/pământ.

614. Pentru determinarea integrității izolației rulmentului turbogeneratorului, se măsoară tensiunea între corpul rulmentului și placa de fundație, în cazul șuntării peliculelor de ulei ale fusurilor arborelui rotorului, și tensiunea între capetele arborelui rotorului.

615. În cazul stării de bună funcționare a izolației, valorile celor două tensiuni măsurate trebuie să fie practic aceleași. Diferența mai mare de 10% indică un defect de izolație.

616. Rezistența izolației a carcasei rulmentului trebuie să fie nu mai mică de 2 k Ω , rezistența izolației a peliculei de ulei – nu mai mică de 1 k Ω .

617. Starea de bună funcționare a izolației rulmenților și lagărelor ale hidrogenatoarelor trebuie verificată în funcție de construcția acestora sau conform indicațiilor uzinei producătoare sau prin metoda aplicată la turbogeneratoare.

Secțiunea 30

Măsurarea descărcărilor parțiale

618. Controlul conform caracteristicilor descărcărilor parțiale a stării izolației a înfășurării statorului se extinde asupra turbogeneratoarelor răcite cu aer, cu puterea mai mare de 50 MW, precum și asupra hidrogenatoarelor cu o puterea mai mare de 20 MW.

619. Lista generatoarelor controlate conform descărcărilor parțiale și sistemelor de măsurare utilizate în acest caz se stabilește la decizia personalului de conducere al întreprinderii electroenergetice.

Secțiunea 31

Ulei de turbină în compensatoare sincrone

620. Se efectuează în conformitate cu cerințele documentelor uzinei producătoare a compensatoarelor sincrone dar nu mai rar de o dată în 180 de zile după conectare.

621. Dacă în documentele uzinei producătoare nu se conțin cerințe cu privire la calitatea uleiului de turbină, ce urmează a fi înlocuit, se recomandă utilizarea cerințelor din tabelul 75.

Tabelul 75. Indici de calitate a uleiului de turbină

Denumirea indicelui de calitate	Valoarea indicelui de calitate a uleiului	Metode de încercări
1. Indice de aciditate, mg KOH/g, nu mai mare de (din valoarea inițială)	0,3 (0,15)	SM EN 62021-1 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 1: Titrare potențiomtrică automată”, SM EN 62021-2 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 2: Titrare colorimetrică”, SM EN 62021-3 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 3: Metode de încercare pentru uleiuri electroizolante care nu sunt de origine minerală”, SM ISO 6619 „Produse petroliere și lubrifianți. Indice de neutralizare. Metoda prin titrare potențiomtrică”
2. Conținut de nămol (total), % masă, mai mic de	0,005 (absența)	metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii electroenergetice
3. Conținut de apă, % masă, mai mic de	0,03	SM EN 60814 „Lichide electroizolante. Cartoane și hârtii impregnate cu ulei. Determinarea conținutului de apă prin titrare coulometrică automată Karl Fischer”

4. Clasa purității industriale, nu mai mare de	13	SM ISO 4406 „Acționări hidraulice. Fluide. Metoda de codificare a nivelului de poluare cu particule solide” SM ISO 4407 „Acționări hidraulice. Poluarea fluidelor. Determinarea poluării cu particule prin metoda de numărare cu ajutorul unui microscop optic”
5. Modificarea vâscozității cinematice de la valoarea inițială pentru ulei înainte de umplerea echipamentului, %, nu mai mult de	10	SM EN ISO 3104 „Produse petroliere. Lichide opace și transparente. Determinarea vâscozității cinematice și calculul vâscozității dinamice”
6. Modificarea temperaturii de inflamare în tîglu deschis față de valoarea anterioară, °C, nu mai mult de	10	SM EN ISO 2592 „Petrol și produse înrudite. Determinarea punctului de inflamare și de aprindere. Metoda Cleveland cu vas deschis”

CAPITOLUL III MAȘINI DE CURENT CONTINUU

622. Mașinile de curent continuu cu puterea mai mică de 200 kW și cu tensiunea mai mică de 440 V trebuie încercate conform Secțiunilor 1, 2 și 4 din prezentul Capitol, iar celelalte – suplimentar conform Secțiunilor 3, 4 și 5 din prezentul Capitol.

Măsurarea conform Secțiunii 7 din prezentul Capitol trebuie efectuată pentru mașini livrate la locul amenajării în stare dezasamblată.

Secțiunea 1 Determinarea posibilității conectării mașinilor de curent continuu fără uscare

623. Mașinile de curent continuu se conectează fără uscare în cazul respectării următoarelor condiții:

1) pentru mașinile de curent continuu cu tensiunea mai mică de 500 V – dacă valoarea rezistenței izolației înfășurărilor este nu mai mică decât cea prezentată în tabelul 76;

2) pentru mașinile de curent continuu cu tensiunea mai mare de 500 V – dacă valoarea rezistenței izolației înfășurărilor este nu mai mică decât cea prezentată în tabelul 76 și valoarea coeficientului de absorbție este nu mai mică de 1,2.

Tabelul 76. Valorile minim admisibile ale rezistenței izolației înfășurărilor mașinilor de curent continuu

Temperatura înfășurării, °C	Rezistența izolației R60”, MΩ, în cazul tensiunii nominale a mașinilor, V				
	230	460	650	750	900
10	2,7	5,3	8,0	9,3	10,8
20	1,85	3,7	5,45	6,3	7,5
30	1,3	2,6	3,8	4,4	5,2
40	0,85	1,75	2,5	2,9	3,5

50	0,6	1,2	1,75	2,0	2,35
60	0,4	0,8	1,15	1,35	1,6
70	0,3	0,5	0,8	0,9	1,0
75	0,22	0,45	0,65	0,75	0,9

Secțiunea 2 Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1 Rezistența izolației înfășurărilor

624. În cazul tensiunii nominale a înfășurării mai mici de 500 V, măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 500 V, iar în cazul tensiunii nominale a înfășurării mai mari de 500 V – cu megohmmetrul la tensiunea 1000 V.

Valoarea măsurată a rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mică decât cea prezentată în tabelul 76.

Subsecțiunea 2 Rezistența izolației bandajelor

- 625.** Măsurarea se efectuează în raport cu carcasa și înfășurările susținute de aceasta.
626. Valoarea măsurată a rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ.

Secțiunea 3 Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

- 627.** Încercarea se efectuează conform normelor prezentate în tabelul 77.
628. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.
629. Se admite de a nu încerca înfășurările mașinilor cu puterea mai mică de 3 kW.

Tabelul 77. Tensiunea de încercare de frecvență industrială pentru izolația mașinilor de curent continuu

Elementul încercat	Tensiunea de încercare, kV	Notă
1. Înfășurări	Se alege conform normelor uzinei producătoare	Pentru mașini cu puterea mai mare de 3 kW
2. Bandajele indusului	1,0	Idem
3. Reostate și rezistoare de pornire și reglaj (încercarea poate fi efectuată în comun cu circuitele de excitație)	1,0	Izolația poate fi încercată în comun cu izolația circuitelor de excitație

Secțiunea 4 Măsurarea rezistenței în curent continuu

- 630.** Măsurările se efectuează la generatoare, precum și la motoare electrice cu înfășurările mașinii în stare rece.
631. Normele abaterilor admisibile ale rezistenței sunt prezentate în tabelul 78.

Tabelul 78. Normele abaterilor rezistenței în curent continuu

Elementul încercat	Norma	Notă
1. Înfășurările de excitație	Valorile rezistenței înfășurărilor nu trebuie să difere de valorile uzinei producătoare mai mult de 2%	
2. Înfășurarea indusului (între plăcile colectorului)	Valorile rezistenței măsurate ale înfășurărilor nu trebuie să difere între ele mai mult de 10%, cu excepția cazului când aceasta este condiționată de schema de conexiune a înfășurărilor	Măsurările se efectuează la mașinile cu puterea mai mare de 3 kW
3. Reostate și rezistoare de pornire și reglaj	Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere de datele uzinei producătoare mai mult de 10%.	Măsurările se fac pentru fiecare ramură.

Secțiunea 5

Măsurarea întrefierului sub poli

632. Măsurarea se efectuează la generatoare, precum și la motoare electrice cu putere mai mare de 3 kW, la rotirea indusului – între același punct al indusului și poli.

633. Dimensiunile întrefierurilor în punctele diametral opuse nu trebuie să difere între ele cu mai mult de $\pm 10\%$ din valoarea medie a dimensiunii întrefierului, dacă în instrucțiunea uzinei producătoare nu sunt stabilite cerințe mai aspre.

Secțiunea 6

Determinarea caracteristicii de mers în gol și încercarea izolației spirelor

634. Creșterea tensiunii se efectuează:

- 1) pentru generatoare de curent continuu – până la 130% din tensiunea nominală;
- 2) pentru excitatoare – până la tensiunea cea mai mare, limită, sau stabilită de uzina producătoare.

635. În cazul încercării izolației spirelor mașinilor cu mai mult de 4 poli, tensiunea medie între plăcile colectoare adiacente trebuie să fie nu mai mare de 24 V.

636. Durata încercării izolației spirelor – 3 min.

637. Abaterile valorilor caracteristicii determinate, față de valorile caracteristicii uzinei producătoare, trebuie să se afle în limitele erorii de măsurare.

Secțiunea 7

Încercarea la mers în gol

638. Încercarea se efectuează timp de cel puțin 1 oră.

639. Se evaluează starea funcțională a mașinii.

Secțiunea 8

Determinarea limitelor de reglare a turațiilor motoarelor electrice

640. Se execută în regimurile de mers în gol și sub sarcină la motoare electrice cu reglarea turațiilor.

641. Limitele de reglare trebuie să corespundă datelor tehnologice ale mecanismului.

CAPITOLUL IV

MOTOARE ELECTRICE DE CURENT ALTERNATIV

642. Motoarele electrice de curent alternativ cu tensiunea mai mică de 1000 V se încearcă conform Secțiunilor 1, 5, 6 și Subsecțiunii 2 din Secțiunea 4 din prezentului Capitol.

643. Motoarele electrice de curent alternativ cu tensiunea mai mare de 1000 V se încearcă conform Secțiunilor 1-6, 9, 11 din prezentul Capitol.

644. Motoarele electrice de curent alternativ care sunt livrate în stare dezasamblată se încearcă suplimentar conform Secțiunilor 7, 8, 10 din prezentul Capitol.

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

645. Se efectuează cu megohmmetrul a cărui tensiune este indicată în tabelul 79.

646. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și ale coeficientului de absorbție sunt indicate în tabelele 79-81.

647. Valorile admisibile ale rezistenței izolației motoarelor electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V trebuie să corespundă valorilor prezentate în tabelul 81.

648. La motoarele electrice sincrone și motoarele electrice cu rotorul bobinat cu tensiunea 3 kV și mai mare sau cu puterea mai mare de 1 MW se efectuează măsurarea rezistenței izolației rotorului cu megohmmetrul la tensiunea 1000 V. Valoarea măsurată a rezistenței trebuie să fie nu mai mică de 0,2 MΩ.

Tabelul 79. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și ale coeficientului de absorbție

Elementul încercat	Tensiunea megohmmetrului, V	Valoarea admisibilă a rezistenței izolației, MΩ, și a coeficientului de absorbție	Notă
1. Înfășurarea statorului	2500/1000/500*	În conformitate cu indicațiile tabelului 80	
2. Înfășurarea rotorului	1000, se admite 500	0,2	Măsurarea se efectuează la motoare electrice sincrone și motoare electrice cu rotorul bobinat cu tensiunea 3 kV și mai mare sau cu o putere mai mare de 1 MW.
3. Indicatoare de temperatură cu conductoare	250	-	

de conexiune			
4. Rulmenți	1000	-	Măsurarea se efectuează la motoarele electrice cu tensiunea 3 kV și mai mare, ale căror rulmenți sunt izolați față de carcasă. Măsurarea se efectuează în raport cu placa de fundație în cazul asamblării integrale a conductelor de ulei. În procesul exploatării, măsurarea se efectuează în cazul reparațiilor cu demontarea rotorului

Notă: *Măsurarea rezistenței izolației se efectuează cu megohmmetrul la 500 V pentru înfășurări cu tensiunea nominală mai mică de 500 V, cu megohmmetrul la 1000 V pentru înfășurări cu tensiunea nominală mai mare 500 V și mai mică de 1000 V, și cu megohmmetrul de 2500 V pentru înfășurări cu tensiunea nominală mai mare de 1000 V.

Tabelul 80. Valori admisibile ale rezistenței izolației și coeficientului de absorbție pentru înfășurările statorului ale motoarelor electrice

Puterea, tensiunea nominală a motorului electrică, tipul izolației înfășurării	Criterii de evaluare a stării izolației înfășurării statorului	
	Valoarea rezistenței izolației, MΩ	Valoarea coeficientului de absorbție
1. Putere mai mare de 5 MW, izolație termoreactivă și izolație cu bandă de mică cu compound	În cazul temperaturii de 10-30°C, rezistența izolației nu mai mică de 10 MΩ pentru fiecare kV al tensiunii nominale de linie	Nu mai mică de 1,3 la temperatura de 10-30°C
2. Putere mai mică de 5 kW, tensiune mai mare de 1000 V, izolație termoreactivă		
3. Motoare cu izolație cu bandă de mică cu compound, cu tensiunea mai mare de 1000 V, puterea mai mare de 1 și mai mică de 5 MW, precum și motoare cu putere mai mică, amenajate în exterior, cu același tip de izolație, cu tensiunea mai mare de 1000 V	Nu mai mică de valorile indicate în tabelul 81	Nu mai mică de 1,2
4. Motoare cu izolație cu bandă de mică cu compound, cu tensiune mai mare de 1000 V, puterea mai mică de 1 MW, cu excepția celor indicate în pct. 3.	Nu mai mică de valorile indicate în tabelul 81	-
5. Tensiunea mai mică de 1000 V, toate tipurile de izolație	Nu mai mică de 1,0 MΩ la temperatura de 10-30°C	-
6. Înfășurarea rotorului	0,2	-
7. Indicatori termici cu conductoarele de conexiune, rulmenți	În corespundere cu indicațiile uzinei producătoare	

Tabelul 81. Valorile minime admisibile ale rezistenței izolației pentru motoare electrice din pct. 3 și 4 al tabelului 80

Temperatura înfășurării, °C	Rezistența izolației R_{60} , MΩ, în cazul tensiunii nominale a înfășurării, kV
-----------------------------	---

	3-3,15	6-6,3	10-10,5
10	30	60	100
20	20	40	70
30	15	30	50
40	10	20	35
50	7	15	25
60	5	10	17
75	3	6	10

Secțiunea 2

Determinarea posibilității conectării fără uscare a motoarelor electrice

649. Motoarele electrice de curent alternativ cu tensiunea mai mare de 1000 V sunt conectate fără uscare dacă valorile rezistenței izolației și coeficientului de absorbție sunt nu mai mici decât cele indicate în tabelele 79-81.

650. În cadrul determinării posibilității conectării fără uscare a motoarelor electrice trebuie de respectat indicațiile uzinei producătoare.

Secțiunea 3

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

651. Se efectuează la motorul electric complet asamblat.

652. Încercarea înfășurării statorului se efectuează pentru fiecare fază separat în raport cu carcasa, celelalte 2 faze fiind conectate la carcasă. La motoarele care nu au borne terminale separate pentru fiecare fază se admite de efectuat încercarea întregii înfășurări în raport cu carcasa.

653. Valoarea tensiunii de încercare se alege în conformitate cu tabelul 82.

654. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Tabelul 82. Tensiunea de încercare de frecvență industrială pentru izolația înfășurărilor motoarelor electrice de curent alternative

Elementul încercat	Puterea motorului, kW	Tensiunea nominală a motorului electric, kV	Tensiunea de încercare, kV
1. Înfășurarea statorului	mai mică de 1,0	mai mică de 0,1	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 0,5)$
	de la 1,0 și până la 1000	mai mică de 0,1	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 1)$
		mai mare de 0,1	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 1)$, dar nu mai mică de 1,2
	de la 1000 și mai mare	până la 3,3	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{nom} + 1)$
	de la 1000 și mai mare	mai mare de 3,3 până la 6,6	$0,8 \cdot 2,5 \cdot U_{nom}$
de la 1000 și mai mare	mai mare de 6,6	$0,8 \cdot (U_{nom} + 3)$	

2. Înfășurarea rotorului motoarelor electrice sincrone, destinate pentru pornire directă, cu înfășurarea de excitație scurtcircuitată la rezistor sau sursa de alimentare	-	-	$8 \cdot U_{nom}$ a sistemului de excitație, dar nu mai mică de 1,2 și nu mai mare de 2,8
3. Înfășurarea rotorului motorului cu rotorul bobinat	-	-	$1,5 \cdot U_{rot}^*$, dar nu mai mică de 1,0
4. Rezistorul circuitului de stingere a câmpului motoarelor sincrone	-	-	2,0
5. Reostate și rezistoare de pornire și reglaj	-	-	$1,5 \cdot U_{rot}^*$, dar nu mai mică de 1,0

Notă: U_{rot}^* – tensiunea la inelele rotorului deconectat, nemișcat și la tensiunea nominală a statorului.

Secțiunea 4

Măsurarea rezistenței în curent continuu

655. Măsurările se execută când echipamentul este practic rece.

Subsecțiunea 1

Înfășurările statorului și rotorului

656. Rezistența în curent continuu a înfășurării rotorului se măsoară la motoarele electrice sincrone și motoarele electrice asincrone cu rotorul bobinat.

657. Măsurarea se efectuează la motoarele electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV.

658. Valorile măsurate ale rezistențelor înfășurărilor diferitor faze, precum și înfășurările de excitație ale motoarelor sincrone, raportate la aceeași temperatură, nu trebuie să difere mai mult de $\pm 2\%$ între ele sau față de valorile inițiale.

Subsecțiunea 2

Reostate și rezistoare de pornire și reglaj

659. Pentru reostatele și rezistoarele de pornire instalate pe motoarele electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV, rezistența se măsoară pentru fiecare ramură.

660. Pentru motoarele electrice cu tensiunea mai mică de 3 kV se măsoară rezistența totală a reostatelor și rezistoarelor de pornire și regla și se verifică integritatea derivatelor.

661. Valorile rezistențelor nu trebuie să difere de valorile inițiale mai mult de 10%.

Secțiunea 5

Verificarea funcționării motorului electric în regim de mers în gol sau cu mecanism neîncărcat

662. Se efectuează la motoare electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV.

663. Valoarea curentului în regim de mers în gol pentru motoarele noi puse în funcțiune nu se normează, se evaluează starea funcțională a motorului.

664. Durata verificării motoarelor electrice trebuie să fie de nu mai mică de 1 oră.

Secțiunea 6

Verificarea funcționării motorului electric sub sarcină

665. Verificarea se efectuează în cazul când puterea consumată de motorul electric din rețea/circuit este constantă și este nu mai mică de 50% din valoarea nominală, precum și la o temperatură corespunzătoare stabilizată a înfășurărilor.

666. Se verifică starea termică și vibrațiile motorului electric.

Secțiunea 7

Măsurarea întrefierului între fierul rotorului și statorului

667. Măsurarea întrefierurilor trebuie efectuată dacă permite construcția motorului electric.

668. La motoarele electrice cu puterea de 100 kW și mai mare, la toate motoarele mecanismelor de importanță majoră, precum și la motoarele cu rulmenți aflate constructiv în afara carcasei și rulmenți de alunecare, mărimile întrefierurilor în punctele, amplasate pe circumferința rotorului și deplasate una față de cealaltă la un unghi de 90° sau în punctele special prevăzute la producerea motorului, nu trebuie să difere mai mult de $\pm 10\%$ față de mărimea medie.

Secțiunea 8

Măsurarea jocului în rulmenții de alunecare

669. Mărirea jocului în rulmenții de alunecare, mai mult decât valorile prezentate în tabelul 83, indică despre necesitatea schimbării cuzinetului.

Tabelul 83. Jocul maxim admis în rulmenții de alunecare ale motoarelor electrice

Diametrul nominal al arborelui, mm	Jocul în rulmenții, mm, în cazul turațiilor, rot/min		
	mai puțin de 1000	1000-1500 (inclusiv)	mai mare de 1500
18-30	0,04-0,093	0,06-0,13	0,14-0,28
31-50	0,05-0,112	0,075-0,16	0,17-0,34
51-80	0,065-0,135	0,095-0,195	0,2-0,4
81-120	0,08-0,16	0,12-0,235	0,23-0,46
121-180	0,1-0,195	0,15-0,285	0,26-0,53
181-260	0,12-0,225	0,18-0,3	0,3-0,6
261-360	0,14-0,25	0,21-0,38	0,34-0,68
361-600	0,17-0,305	0,25-0,44	0,38-0,76

Secțiunea 9

Măsurarea vibrației rulmenților motorului electric

670. Măsurarea se efectuează la motoarele electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV, precum și la toate motoarele electrice ale mecanismelor de importanță majoră.

671. Componentele verticale și transversale ale vibrației, valoarea medie a pătratului vitezei de vibrație sau intervalul de deplasare al vibrațiilor, măsurate pe rulmenții motoarelor electrice cuplate cu mecanisme, trebuie să nu depășească valorile specificate în instrucțiunile uzinei producătoare.

672. În cazul lipsei indicațiilor în documentația tehnică, vibrațiile rulmenților motoarelor electrice, cuplate cu mecanisme, trebuie să fie nu mai mare de valorile indicate în tabelul 84.

Tabelul 84. Vibrațiile rulmenților motoarelor electrice cuplate cu mecanisme

Turații sincrone, rot/min	3000	1500	1000	750 și mai mică
Vibrația admisibilă a lagărelor, μm	30	60	80	95

Secțiunea 10

Măsurarea luftului rotorului în direcția axei

673. Măsurarea se execută la motoarele electrice cu lagăre de alunecare.

674. Luftul axial al rotorului motorului electric, care nu este cuplat la mecanism, depinde de construcția motorului și este prezentat în documentația tehnică a motorului și trebuie să constituie 2-4 mm în fiecare parte, în raport cu poziția neutră, dacă în instrucțiunea de exploatare nu se specifică altă normă, determinată de acțiunea câmpului magnetic în timpul rotației rotorului în regim stabilizat și se fixează printr-un marcaj pe arbore.

Secțiunea 11

Încercarea hidraulică a răcitorului de aer

675. Încercarea se efectuează cu presiunea relativă de 0,2-0,25 MPa în decurs de 5-10 min., dacă lipsesc alte indicații ale uzinei producătoare.

676. În acest caz nu trebuie să fie micșorarea presiunii sau scurgeri ale lichidului utilizat în cadrul încercării.

Secțiunea 12

Încercarea excitatoarelor

677. Încercarea excitatoarelor se efectuează la motoarele electrice sincrone în corespundere cu indicațiile Capitolului XXXV din prezentul Titlu.

CAPITOLUL V

TRANSFORMATOARE DE PUTERE¹, AUTOTRANSFORMATOARE ȘI BOBINE DE REACTANȚĂ CU ULEI²

678. La transformatoarele de putere cu racord de cablu, volumul încercărilor se determină de particularitățile constructive și recomandările uzinei producătoare.

679. În sensul prezentului capitol noțiunile de transformatoare de putere, autotransformatoare și bobine de reactanță cu ulei se definesc în continuare transformatoare de putere.

680. Transformatoarele cu ulei cu puterea mai mică de 0,63 MVA se încercă conform Secțiunilor 1, 4 (numai rezistența izolației), 5, 6, 14, 15, 19 din prezentul Capitol.

681. Transformatoarele cu ulei cu puterea 0,63-1,6 MVA se încercă conform Secțiunilor 1, 4-7, 12, 15, 18, 19 din prezentul Capitol.

682. Transformatoarele cu ulei cu puterea mai mare de 1,6 MVA se încercă în întregul volum prevăzut de prezentul Capitol.

683. Transformatoarele uscate și umplute cu lichid electroizolant incombustibil de toate puterile se încercă conform Secțiunilor 1, 4-9, 15, 19 din prezentul Capitol.

Secțiunea 1

Determinarea condițiilor de conectare a transformatorului de putere

684. Determinarea condițiilor de conectare a transformatorului se efectuează în corespundere cu indicațiile uzinei producătoare.

Secțiunea 2

Analiza cromatografică a gazelor dizolvate în ulei

685. Controlul se efectuează:

1) pentru clasa de tensiune 35 kV – la transformatoarele de putere de tip bloc, transformatoarele serviciilor proprii (în continuare – SP) și transformatoarele de putere, care au sarcina medie anuală nu mai mică de 50% din cea nominală, în cazul existenței metodice respective de prelevare a probelor pentru analiza gazelor dizolvate în ulei;

2) pentru clasele de tensiune mai mare de 110 kV – la toate transformatoarele de putere.

686. În caz de necesitate, personalul de conducere al întreprinderii electroenergetice, poate determina o listă suplimentară a transformatoarelor de putere cu tensiunea 35 kV, ce trebuie să fie supuse controlului și diagnosticării în baza rezultatelor analizei cromatografice a gazelor dizolvate în ulei.

687. Metodicele de prelevare a probelor, pregătirea și efectuarea analizei cromatografice a gazelor dizolvate în ulei se stabilesc de către personalul de conducere al întreprinderii electroenergetice.

688. Starea echipamentului transformatorului de putere se recomandă de evaluat în baza comparării datelor măsurate cu valorile limitele de concentrație a gazelor în ulei, conform vitezei de creștere a concentrației gazelor în ulei, conform raporturilor concentrației gazelor de diagnostic (vapori de gaz).

689. Pentru bobinele de reactanță sunt, evaluarea stării conform rezultatelor analizei gazelor dizolvate în ulei se efectuează conform instrucțiunilor uzinei producătoare.

690. Analiza gazelor dizolvate în ulei trebuie efectuată în următoarele termene:

1) transformatoarele de putere cu tensiunea 35 kV (transformatoarele de tip bloc, transformatoarele SP și transformatoarele de putere, care au sarcina medie anuală nu mai mică de 50% din cea nominală) după conectarea acestora – pe parcursul primelor 3 zile după conectare;

2) toate transformatoarele de putere cu tensiunea 35 kV, indiferent de sarcină, după conectare trebuie controlate pe parcursul primelor 3 zile;

3) toate transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 35 kV – până la conectare,;

4) transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 110 kV după conectare – în perioada primelor 3 zile.

Secțiunea 3

Evaluarea umidității izolației solide

691. Se efectuează la transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 110 kV.

692. Valoarea admisibilă a conținutului de umiditate în izolația solidă a transformatoarelor de putere – nu mai mare de 1% din masă.

693. Determinarea conținutului de umiditate în izolația solidă a transformatoarelor de putere se efectuează înainte de punerea în funcțiune a acestora.

694. Prelevarea probelor de ulei pentru determinarea conținutului de umiditate, se recomandă de efectuat în perioada valorilor maxim așteptate, la transformatorul de putere în lucru, încălzit până la temperatura de 60°C.

695. Se admite de efectuat evaluarea conținutului de umiditate a izolației solide și prin alte metode instrumentale, realizate fără deschiderea cuvei transformatorului de putere.

696. În cazul încălcării condițiilor de transportare și de depozitare a transformatorului de putere, la efectuarea încercărilor de reglare-demarare, suplimentar se determină conținutul de umiditate a mostrelor izolației conform metodei stabilite de către personalul de conducere al agentului economic.

Secțiunea 4 **Măsurarea caracteristicilor izolației**

697. Pentru transformatoarele de putere și bobinelor de stingere a arcului electric rezistența izolației înfășurărilor trebuie să fie nu mai mică decât valorile prezentate în tabelul 85.

Tabelul 85. Rezistența izolației înfășurărilor transformatoarelor de putere cu puterea mai mică de 10 MVA și bobinelor de stingere a arcului electric

$T_{inf.}, ^\circ C$	10	20	30	40	50	60	70
$R_{60"}, M\Omega$ (35 kV)	450	300	200	130	90	60	40
$R_{60"}, M\Omega$ (110 kV)	900	600	400	260	180	120	80

698. Măsurările se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

699. Rezistența izolației se măsoară atât după schemele utilizate de uzina producătoare conform SM EN 60076-3 „Transformatoare de putere. Partea 3: Niveluri de izolație, încercări dielectrice și distanțe de izolare în aer”, cât și suplimentar – pe zonele izolației (ÎT-carcasă, JT-carcasă, ÎT-JT) cu conectarea bornei „ecran” a megohmmetrului la înfășurarea liberă sau la cuvă.

700. Rezistența izolației a transformatoarelor de putere uscate la temperatura de 20-30°C trebuie să fie pentru înfășurări cu tensiunea nominală:

- 1) mai mică de 1000 V inclusiv – nu mai mică de 100 M Ω ;
- 2) mai mare de 1000 V și mai mic de 6 kV inclusiv – nu mai mică de 300 M Ω ;
- 3) mai mare de 6 kV – nu mai mică de 500 M Ω .

701. Rezistența izolației pentru celelalte transformatoare de putere, raportată la temperatura măsurilor efectuate la uzina producătoare, trebuie să fie nu mai puțin de 50% din valoarea inițială.

702. Valorile tangentei unghiului de pierderi dielectrice tg δ , raportate la temperatura măsurărilor efectuate la uzina producătoare, nu trebuie să difere de valorile inițiale în direcția înrăutățirii mai mult de 50%.

703. Valorile măsurate la temperatura izolației de 20°C și mai mare ale tg δ izolației înfășurărilor transformatoarelor de putere noi puse în funcțiune, ce nu depășesc 1% se consideră satisfăcătoare și compararea acestora cu valorile inițiale nu este necesară.

704. Unghiului de pierderi dielectrice (tg δ) se măsoară atât după schemele utilizate de uzina producătoare conform SM EN 60076-3 „Transformatoare de putere. Partea 3: Niveluri de izolație, încercări dielectrice și distanțe de izolare în aer”, cât și suplimentar – pe zonele izolației (ÎT-carcasă, JT-carcasă, ÎT-JT) cu conectarea bornei „ecran” a megohmmetrului la înfășurarea liberă sau la cuvă.

705. Nu este obligatorie măsurarea tg δ pentru transformatoarele de putere cu puterea mai mică de 1,6 MVA.

706. Măsurarea rezistenței izolației și tg δ înfășurărilor trebuie efectuată în cazul temperaturii înfășurărilor nu mai mici de:

- 1) 10°C – pentru transformatoarele de putere cu tensiunea mai mică de 150 kV;
- 2) 20°C – pentru transformatoarele de putere cu tensiunea 220-400 kV.

707. Nu este obligatorie măsurarea tg δ ale transformatoarelor cu puterea mai mică de 1600 kVA.

708. Măsurarea rezistenței de izolație a tijelor de legătură accesibile, bandajelor, semibandajelor jugurilor, a inelelor de presare în raport cu părțile active a oțelului și ecranelor electrostatice, în raport cu înfășurările și miezul magnetic se efectuează în cazul inspectării vizuale a părții active. Valorile măsurate trebuie să fie nu mai puțin de 2 M Ω , iar izolația grinzilor de jug – nu mai puțin de 0,5 M Ω .

Secțiunea 5 Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

Subsecțiunea 1 Încercarea izolației înfășurărilor în comun cu racorduri

709. Valorile tensiunilor de încercare sunt prezentate în tabelul 86 și 87.

Tabelul 86. Tensiunile de încercare de frecvență industrială (50 Hz) a echipamentelor electrice cu clase de tensiune mai mici de 35 kV cu izolație normală și ușoară

Clasa de tensiune a echipamentului electric (înfășurările transformatorului), kV	Tensiunea de încercare ¹⁾ , kV		
	Transformatoare de putere, bobine de reactanță șunt și de stingere al arcului electric	Aparate, transformatoare de curent și de tensiune, bobine de reactanță limitatoare de curent, izolatoare (cu excepția celor din ceramică), racorduri, condensatoare de cuplaj, conductoare-bare ecranate, bare colectoare, instalații de distribuție prefabricate (în continuare – IDP) și posturi de transformare prefabricate (în continuare – PTP)	Izolatoare din ceramică
Mai mică de 0,69	4,5/4,5 ²⁾	_ ³⁾	_ ³⁾
3	9,0/16,2	9/18	10/20
6	18,0/22,5	18 (25,2) ⁴⁾ /25,2	20 (28) ⁴⁾ /28
10	25,2/31,5	25,2 (34,2) ⁴⁾ /34,2	28 (38) ⁴⁾ /38
15	34,2/40,5	34,2 (45) ⁴⁾ /45	38 (50) ⁴⁾ /50
20	45,0/49,5	45/58,5	50/65
35	72,0/76,5	72/85,5	80/95

Notă: ¹⁾Dacă producătorul a efectuat încercarea echipamentelor electrice la o tensiune care diferă de cea indicată, atunci tensiunile de încercare la punerea în funcțiune trebuie să fie rectificate respective;

²⁾La numărător sunt indicate mărimile pentru echipamentele electrice cu izolație normală cu nivelul de izolație (a) și cu izolație ușoară cu nivelul de izolație (a) conform SM EN IEC 60071-1 „Coordonarea izolației. Partea 1: Definiții, principii și reguli”, la numitor – pentru echipamentele electrice cu izolație normală cu nivelul de izolație (b) conform SM EN IEC 60071-1 „Coordonarea izolației. Partea 1: Definiții, principii și reguli”;

³⁾Mărimile tensiunilor de încercare nu sunt normate în SM EN IEC 60071-1 „Coordonarea izolației. Partea 1: Definiții, principii și reguli”. A se vedea documentele normativ tehnice și documentația de exploatare pentru fiecare tip de echipament separate;

⁴⁾Pentru izolatoarele de suport cu categoria de amplasare 2, 3 și 4;

⁵⁾Durata aplicării tensiunii de încercare pentru izolație din materiale organice tari – 5 min., pentru izolație din ceramică – 1 min.

Tabelul 87. Tensiunea de încercare de frecvență industrială 50 Hz a transformatoarelor de putere ermetice

Clasa de tensiune a transformatorului, kV	Tensiunea de încercare
---	------------------------

3	9
6	18
10	25,2
15	34,2
20	45

710. Durata aplicării tensiunii normate de încercare – 1 min.

711. Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială a izolației înfășurărilor transformatoarelor de putere cu ulei nu este obligatorie.

712. Dacă la amenajare, izolatoarele de trecere/racordurile 6-35 kV au fost instalate la transformator fără încercări preliminare cu înaltă tensiune, atunci încercarea izolației înfășurărilor împreună cu izolatoarele de trecere/racorduri este obligatorie.

713. Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială a izolației înfășurărilor transformatoarelor de putere uscate este obligatorie și se efectuează conform normelor din tabelul 86, pentru transformatoare de putere cu izolație ușoară.

714. Transformatoarele de putere de import se permit a fi încercate cu tensiunile indicate în tabelul 86, numai în cazul în care acestea nu depășesc tensiunile cu care au fost efectuate încercările la uzina producătoare.

715. Tensiunea de încercare a bobinelor de legare la pământ cu tensiunea mai mică de 35 kV este similară cu cea prezentată în tabelul 86, pentru transformatoare de clasa de tensiune respectivă.

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor de protecție și circuitelor aparatelor de măsură și control, instalate la transformatorul de putere

716. Încercarea se efectuează la transformatoarele de putere asamblate complet.

717. Se încearcă izolația, în raport cu părțile legate la pământ și construcții, circuitelor cu transformatoarele de curent, relele de gaz și protecție, indicatoarele de ulei, supapa de secționare, traductoarele de temperatură conectate și cu fișele termometrelor manometrice deconectate, circuitele cărora se încearcă separat.

718. Valoarea tensiunii de încercare – 1000 V. Durata încercării – 1 min.

719. Valoarea tensiunii de încercare a termometrelor manometrice – 750 V. Durata încercării – 1 min.

Secțiunea 6

Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

720. Măsurarea rezistenței înfășurărilor transformatoarelor de putere în curent continuu se efectuează conform SM EN IEC 60076-1:2015 „Transformatoare de putere. Partea 1: Generalități”. Măsurarea se efectuează la toate ramurile, dacă în pașaportul transformatorului de putere nu sunt alte indicații.

721. Rezistențele înfășurărilor transformatoarelor de putere trifazate, măsurate pe ramuri similare la faze diferite, la o temperatură egală, nu trebuie să difere mai mult de 2%. Dacă, din cauza construcției specifice a transformatorului de putere, această diferență poate fi mai mare și acest fapt este stipulat în documentația tehnică a uzinei producătoare, trebuie de ținut cont de valoarea normativă a diferenței admisibile, prezentată în pașaportul transformatorului de putere.

722. Valorile rezistenței înfășurărilor transformatoarelor de putere monofazate, după recalculare în funcție de temperatură, nu trebuie să difere mai mult de 5% față de valorile inițiale.

723. La transformatoarele de putere echipate cu dispozitive de reglare a tensiunii, înainte de măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu, este necesar de efectuat nu mai puțin de 3 cicluri complete de comutare.

Secțiunea 7

Verificarea coeficientului de transformare

724. Verificarea coeficientului de transformare se efectuează conform SM EN IEC 60076-1:2015 „Transformatoare de putere. Partea 1: Generalități”, pentru toate pozițiile comutatoarelor ramurilor.

725. Verificarea coeficientului de transformare se efectuează pentru toate treptele de comutare.

726. Coeficientul de transformare nu trebuie să difere mai mult de 2% de cel măsurat pe ramuri similare la alte faze sau de la datele uzinei producătoare dacă altă valoare nu este indicată.

727. Pentru transformatoarele de putere cu dispozitive de reglare sub sarcină (în continuare – RSS) diferența între coeficienții de transformare trebuie să nu depășească valorile treptei de reglare.

728. În cazul imposibilității măsurării coeficientului fazic se admite măsurarea coeficientului liniar.

Secțiunea 8

Verificarea grupei de conexiune a transformatoarelor de putere trifazate și polarității bornelor transformatoarelor de putere monofazate

729. Verificarea grupei de conexiune a înfășurărilor transformatoarelor de putere se efectuează conform SM EN IEC 60076-1:2015 „Transformatoare de putere. Partea 1: Generalități”.

730. Verificarea se efectuează dacă lipsesc datele uzinei producătoare sau dacă sunt dubii cu privire la veridicitatea acestor date.

731. Grupa de conexiune trebuie să corespundă cu cea indicată în pașaportul transformatorului de putere, iar polaritatea bornelor – inscripțiilor de pe capacul transformatorului de putere.

Secțiunea 9

Măsurarea pierderilor de mers în gol

732. Măsurarea pierderilor la mers în gol se efectuează conform SM EN IEC 60076-1:2015 „Transformatoare de putere. Partea 1: Generalități”.

733. Măsurarea se efectuează la transformatoare cu puterea mai mare de 1000 kVA, la tensiunea, aplicată la înfășurarea de joasă tensiune, egală cu cea indicată în procesul-verbal de încercări efectuate de uzina producătoare sau în pașaport.

734. La transformatoarele de putere trifazate, pierderile la mers în gol se măsoară la excitația monofazată conform schemelor utilizate de uzina producătoare.

735. La transformatoarele de putere trifazate, în cazul punerii în funcțiune, raportul pierderilor pe faze diferite nu trebuie să difere mai mult de 5% față de raporturile prezentate în procesul-verbal de încercări, efectuate de uzina producătoare sau în pașaport.

736. La transformatoarele de putere monofazate, în cazul punerii în funcțiune, pierderile măsurate trebuie să nu depășească valorile inițiale mai mult de 10%.

737. Dacă raportul pierderilor nu diferă mai mult de 5% în comparație cu datele uzinei producătoare, atunci se permite de a nu efectua demagnetizarea înfășurărilor, în caz contrar demagnetizarea înfășurărilor este obligatorie.

738. Valorile măsurate trebuie să nu depășească valorile inițiale/de pașaport cu mai mult de 30%.

Secțiunea 10

Măsurarea rezistenței la scurtcircuit a transformatorului de putere

739. Măsurarea se efectuează la transformatoarele cu puterea mai mare de 125 MVA.

740. Pentru transformatoarele de putere cu dispozitiv RSS, Z_k se măsoară la ramura principală și la ambele ramuri extreme.

741. Valoarea Z_k trebuie să nu depășească valoarea determinată conform tensiunii de scurtcircuit (U_k) a transformatorului de putere la ramura principală mai mult de 5% sau mai mult de 3% datele uzinei producătoare.

Secțiunea 11

Verificarea funcționării dispozitivului de comutare

742. Evaluarea stării dispozitivelor de comutare la punerea în funcțiune a transformatoarelor de putere se efectuează în corespundere cu cerințele instrucțiunilor uzinei producătoare.

Secțiunea 12

Încercarea cuvei la etanșeitate

743. Încercărilor se supun toate transformatoarele de putere, cu excepția celor ermetice și celor fără conservator.

744. Încercarea se efectuează:

1) la transformatoarele de putere cu tensiunea mai mică de 35 kV – cu presiune hidraulică a coloanei de ulei, înălțimea căreia este de 0,6 m deasupra nivelului de dilatare umplut, cu excepția transformatoarelor de putere cu cuve ondulate și radiatoare cu plăci, pentru care înălțimea coloanei de ulei se alege egală cu 0,3 m;

2) la transformatoarele de putere cu peliculă de protecție a uleiului – prin crearea în interiorul învelișului flexibil a presiunii relative a aerului de 10 kPa;

3) la celelalte transformatoare de putere – prin crearea presiunii relative a azotului sau a aerului uscat de 10 kPa în spațiul deasupra uleiului conservatorului.

745. Durata încercării în toate cazurile – nu mai mică de 3 ore.

746. Temperatura uleiului în cuvă în cazul încercărilor transformatoarelor de putere cu tensiunea mai mică de 110 kV – nu mai mică de 10°C, pentru celelalte transformatoare de putere – nu mai mică de 20°C.

747. Se consideră că cuva transformatorului de putere a suportat încercarea la etanșeitate, dacă în perioada de timp normată pe partea exterioară a cuvei nu au fost depistate scurgeri de ulei sau dacă nu a scăzut valoarea presiunii relative normate.

Secțiunea 13

Verificarea dispozitivelor de răcire

748. Regimul de pornire și de funcționare a dispozitivelor de răcire trebuie să corespundă indicațiilor uzinei producătoare.

749. Verificarea dispozitivelor de răcire se efectuează în corespundere cu documentația tehnică cu privire la exploatarea a sistemului de răcire, care face parte din setul documentației tehnice a uzinei producătoare al acestui transformator de putere.

Secțiunea 14

Verificarea mijloacelor de protecție al uleiului

750. Verificarea uscătorului de aer, instalațiilor de protecție cu azot și cu peliculă de suprafață a uleiului, filtrelor cu termosifon și de adsorbție se efectuează în conformitate cu cerințele documentației uzinei producătoare.

751. Conținutul de umiditate în silicagelul pregătit pentru filtrele cu termosifon și de adsorbție trebuie să fie nu mai mare de 0,5% din masă.

Secțiunea 15

Fazarea transformatoarelor de putere

752. Înainte de prima punere în funcțiune a echipamentului nou este necesar de efectuat fazarea acestuia.

Secțiunea 16

Verificarea dispozitivelor de siguranță

753. Verificarea supapelor de siguranță și de secționare, precum și a țevii de siguranță/eșapament se efectuează în corespundere cu cerințele documentației tehnice ale uzinei producătoare.

Secțiunea 17

Verificarea și încercarea releului de gaze, releului de presiune și releului cu jet

754. Verificarea și încercarea se efectuează în corespundere cu documentația tehnică de exploatare a releelor respective.

755. Se interzice verificarea funcționalității releului de gaze, instalat la transformatoarele de putere cu protecție cu peliculă de suprafață, prin intermediul refulării aerului în acesta.

Secțiunea 18

Încercarea uleiului de transformator

Subsecțiunea 1

Încercarea uleiului înainte de punerea în funcțiune a transformatoarelor de putere

756. La punerea în funcțiune a transformatoarelor de putere, uleiul trebuie fie încercat în corespundere cu cerințele Capitolului XXVII din prezentul Titlu.

757. La transformatoarele de putere cu tensiunea mai mică de 35 kV se recomandă încercarea uleiului conform indicilor din pct. 1-7 din tabelul 104, se admite de a nu efectua încercările conform pct. 3, 6, 7 din tabelul 104.

758. La transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 110 kV uleiul se încearcă conform pct. 1-7 din tabelul 104, iar la transformatoarele de putere cu protecția uleiului cu peliculă de suprafață – suplimentar conform pct. 10 din tabelul 104.

759. La transformatoarele de putere cu RSS uleiul din cuva comutatorului a dispozitivului de reglare a tensiunii sub sarcină se încearcă în corespundere cu instrucțiunea uzinei producătoare.

760. La transformatoarele de putere ermetice proba uleiului nu se prelevă.

761. La transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 110 kV, precum și a transformatoarelor bloc ale serviciilor proprii se recomandă de efectuat analiza cromatografică a gazelor dizolvate în ulei.

762. Uleiul din transformatoarele de putere, livrate pentru amenajare cu ulei în cazul prezenței indicilor încercărilor la uzina producătoare, ce satisfac normele și efectuate nu mai mult de 180 de zile până la conectarea transformatorului de putere în funcțiune, se permite de încercat numai conform indicilor din pct. 1 și 2 din tabelul 104.

763. La transformatoarele cu puterea mai mică de 630 kVA verificarea uleiului se admite de efectuat numai conform pct. 1 și 2 (vizual) din tabelul 104.

Subsecțiunea 2

Încercarea reziduurilor de ulei din cuva transformatoarelor de putere, livrate fără ulei

764. În cazul încercării se verifică tensiunea de străpungere și conținutul de umiditate a uleiului rezidual.

765. Tensiunea de străpungere trebuie să fie nu mai mică de 50 kV, iar conținutul de umiditate nu mai mare de 0,002% (20 g/t).

766. Rezultatele încercărilor se iau în considerare la evaluarea complexă a stării transformatorului de putere după transportare.

Secțiunea 19

Încercarea transformatoarelor de putere prin conectarea la tensiunea nominală

767. Conectarea transformatoarelor de putere se efectuează pe o perioadă nu mai mică de 30 min. În perioada acestui timp se efectuează monitorizarea stării transformatorului de putere.

768. În procesul încercărilor, nu trebuie să apară semne, ce indică starea nesatisfăcătoare a transformatorului de putere.

769. Transformatoarele de putere, amenajate conform schemei bloc cu generator, se recomandă de conectat la rețea prin ridicarea tensiunii de la zero.

Secțiunea 20

Încercarea racordurilor

770. Încercările racordurilor se efectuează în corespundere cu Capitolul XXV din prezentul Titlu.

Secțiunea 21

Încercarea transformatoarelor de curent încorporate

771. Încercările se efectuează în corespundere cu Capitolul VI Secțiunea 8.

Secțiunea 22

Încercarea transformatoarelor de putere uscate

772. Încercările transformatoarelor de putere uscate, precum și ale transformatoarelor de putere uscate cu izolația din rășină turnată, se efectuează în corespundere cu SM EN IEC 60076-11 „Transformatoare de putere. Partea 11: Transformatoare uscate”, dacă în documentația tehnică a uzinei producătoare nu sunt specificate alte condiții ale încercărilor.

773. Condițiile de conectare a transformatoarelor uscate de putere fără uscare se determină în corespundere cu indicațiile uzinei producătoare.

774. Valorile rezistenței izolației transformatoarelor de putere uscate, la temperatura înfășurărilor de 20-30°C, trebuie să fie în conformitate cu pct. 700.

775. Rezistența izolației se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

CAPITOLUL VI TRANSFORMATOARE DE CURENT

Secțiunea 1 Transformatoare de curent electromagnetice cu ulei

Subsecțiunea 1 Măsurarea rezistenței izolației

776. Măsurarea rezistenței izolației de bază a transformatoarelor de curent, izolației condensatorului de măsurare și bornei ultimei plăci a izolației din hârtie impregnată de tip condensator, se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

777. Măsurarea rezistenței înfășurărilor secundare și a înfășurărilor intermediare ale transformatoarelor de curent în cascadă în raport cu soclul, se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

778. Valorile măsurate ale rezistenței izolației în cazul punerii în funcțiune trebuie să fie nu mai mici de valorile prezentate în tabelul 88.

779. La transformatoarele de curent în cascadă, rezistența izolației se măsoară pentru transformatorul de curent în întregime. În cazul rezultatelor nesatisfăcătoare a acestor măsurări, rezistența izolației este măsurată suplimentar pe trepte.

Tabelul 88. Rezistențele admisibile a izolației transformatoarelor de curent electromagnetice umplute cu ulei

Clasa de tensiune, kV	Rezistențele admisibile ale izolației, MΩ, nu mai mici de				
	Izolația principală	Borna de măsurare	Straturi exterioare	Înfășurări secundare*	Înfășurări intermediare
3-35	1000	-	-	50 (1)	-
110-220	3000	-	-	50 (1)	-
330-400	5000	3000	1000	50 (1)	1

Notă: *Rezistența izolației înfășurărilor secundare sunt prezentate: fără paranteze – în cazul circuitelor secundare deconectate, în paranteze – cu circuite secundare conectate.

Subsecțiunea 2 Măsurarea tgδ a izolației

780. Măsurarea tgδ a transformatoarelor de curent cu izolația de bază din hârtie impregnată cu ulei se efectuează cu tensiunea 10 kV.

781. Valorile măsurate, raportate la temperatura de 20°C, trebuie să fie nu mai mari de cele indicate în tabelul 89.

Tabelul 89. Valorile tgδ a izolației principale ale transformatoarelor de curent

Tipul izolației	Valorile limită a tgδ, %, a izolației principale ale transformatoarelor de curent cu tensiunea nominală, kV, raportate la temperatura de 20°C
-----------------	---

	3-15	20-35	110	220	330-400 500 750
Hârtie bachelită	3,0	2,5	2,0	-	-
Izolația principală din hârtie impregnată și de tip condensator	-	2,5	2,0	1,0	Nu mai mare de 150% din valoarea măsurată de uzina producătoare, dar nu mai mare de 0,8.

782. La transformatoarele de curent în cascadă, tgδ a izolației principale se măsoară pentru transformatoarele de curent în întregime. În cazul rezultatelor nesatisfăcătoare ale acestor măsurări, tgδ a izolației principale este verificată suplimentar pe trepte.

783. Măsurarea tgδ nu se efectuează la transformatoarele de curent cu izolație internă cu bariere.

Subsecțiunea 3

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

784. Încercarea izolației principale cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz se efectuează la transformatoare de curent cu tensiunea mai mică de 35 kV.

785. Valoarea tensiunii de încercare a izolației principale se alege în conformitate cu tabelul 86.

786. Durata încercării transformatoarelor de curent cu izolație exterioară din porțelan – 1 min., celor cu izolație din materiale organice – 5 min.

787. Se admite efectuarea încercărilor transformatoarelor de curent împreună cu sistemele de bare.

788. Valorile tensiunii de încercare pentru izolația înfășurărilor secundare împreună cu circuitele conectate la acestea se alege egală cu 1 kV.

789. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Subsecțiunea 4

Determinarea caracteristicilor de magnetizare

790. Caracteristica de magnetizare se determină prin creșterea tensiunii pe una din înfășurările secundare până la începerea saturației, dar nu mai mare de 1800 V.

791. În cazul prezenței la înfășurări a ramificațiilor, caracteristica se determină de pe ramificația de lucru.

792. Caracteristica determinată se compară cu caracteristica tip de magnetizare sau cu caracteristicile de magnetizare a transformatoarelor de curent funcționale, de același tip cu cele verificate.

793. Diferențele față de valorile măsurate de uzina producătoare sau de cele măsurate la un transformator de curent funcțional, de același tip cu cel verificat, trebuie să nu depășească 10%.

Subsecțiunea 5

Măsurarea coeficientului de transformare

794. Abaterea coeficientului măsurat de la cel indicat în pașaport sau de la cel măsurat la un transformator de curent funcțional, de același tip cu cel verificat, trebuie să nu depășească 2%.

Subsecțiunea 6

Măsurarea rezistenței înfășurărilor secundare în curent continuu

795. Abaterea rezistenței măsurate a înfășurării în curent continuu de la valoarea din pașaport sau măsurată pe alte faze trebuie să nu depășească 2%. La compararea valorii măsurate cu datele din pașaport, valoarea rezistenței măsurate trebuie raportată la temperatura la care au fost efectuate măsurările la uzine producătoare. În cazul comparației cu alte faze, măsurările la toate fazele trebuie efectuate la aceeași temperatură.

Subsecțiunea 7

Încercarea uleiului de transformator

796. La punerea în funcțiune a transformatoarelor de curent, uleiul de transformator trebuie să fie încercat în conformitate cu cerințele pct. 1-6 din tabelul 104, iar pentru transformatoarele de curent ermetice conform instrucțiunilor uzinei producătoare.

797. Pentru transformatoarele de curent în cascadă umplute cu ulei, evaluarea stării uleiului de transformator în fiecare treaptă se efectuează conform Normativului, ce corespund tensiunii de lucru a transformatorului de curent.

Subsecțiunea 8

Încercarea transformatoarelor de curent încorporate

798. Încercările se efectuează conform prezentului Capitol, Subsecțiunilor 1, 3-6 din Secțiunea 1.

799. Măsurarea rezistenței izolației a transformatoarelor de curent încorporate se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

800. Rezistența măsurată a izolației, fără circuitele secundare, trebuie să fie nu mai mică de 10 M Ω .

801. Se admite măsurarea rezistenței izolației a transformatoarelor de curent încorporate împreună cu circuitele secundare. Rezistența măsurată a izolației trebuie să fie nu mai mică de 1 M Ω .

Secțiunea 2

Transformatoare de curent electromagnetice cu SF₆

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

802. Măsurarea rezistenței izolației principale a transformatoarelor de curent se efectuează, dacă permite construcția transformatorului de curent, cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, iar măsurările circuitelor secundare – cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

803. În cazul punerii în funcțiune, măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de curent în raport cu soclul se efectuează atât separat, cât și împreună cu circuitele de curent.

804. Valorile măsurate ale rezistenței izolației transformatorului de curent separat trebuie să fie nu mai mici de cele prezentate în documentația uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

805. Încercarea cu tensiune mărită a izolației principale se efectuează la transformatoare de curent cu tensiunea de 35 kV.

806. Valoarea tensiunii de încercare a izolației principale se alege în corespundere cu tabelul 86.

807. Durata încercării transformatoarelor de curent – 1 min.

808. Se admite efectuarea încercărilor transformatoarelor de curent împreună cu sistemul de bare.

809. Valorile tensiunii de încercare pentru izolația înfășurărilor secundare împreună cu circuitele conectate la acestea se alege egală cu 1 kV.

810. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Subsecțiunea 3

Determinarea caracteristicilor de magnetizare

811. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 4 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 4

Măsurarea coeficientului de transformare

812. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 5 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 5

Măsurarea rezistenței înfășurărilor secundare în curent continuu

813. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 6 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 6

Încercările SF₆ sau amestecului de gaze cu care este umplut transformatorul de curent

814. Verificării cu privire la conținutul de umiditate se supune SF₆ în cazul lipsei certificatului uzinei producătoare, destinat umplerii sau completării compartimentelor etanșe. Conținutul de umiditate trebuie să fie nu mai mare de 0,0015%, ceea ce corespunde punctului de rouă la temperatura de -40°C la presiunea atmosferică, pentru SF₆ produs în corespundere cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii electroenergetice. În cazul stabilirii, de către uzina producătoare a unor cerințe mai aspre privind calitatea SF₆, în comparație cu cerințele indicate în specificațiile tehnice, conținutul de umiditate a SF₆ trebuie să corespundă acestor cerințe.

815. Conținutul de umiditate al SF₆ din compartimentul etanș se supune măsurării înainte de punerea în funcțiune, după efectuarea în cazuri necesare a umplerii inițiale sau completării cu SF₆ sau cu amestec de gaze. Conținutul maxim admisibil de umiditate în interiorul compartimentului etanș trebuie să fie astfel, încât punctul de rouă să nu fie nu mai mare de temperatura de -5°C pentru măsurări la temperatura de +20°C și presiunii nominale a SF₆. Corecția respectivă trebuie efectuată pentru măsurarea conținutului de umiditate, efectuată la alte temperaturi, dacă altă valoare a conținutului de umiditate nu este prevăzută de uzina producătoare.

816. În cazul depășirii valorii normate de umiditate în SF₆, ce se află în compartimentul etanș, este necesar de executat pomparea SF₆, uscarea compartimentului și umplerea cu SF₆. SF₆ pompat din compartiment, poate fi recondiționat și utilizat în conformitate cu indicațiile uzinelor producătoare și recomandările SM EN IEC 60480 „Specificație pentru reutilizarea hexafluorurii de sulf (SF₆) și a amestecurilor sale în echipamentul electric”.

817. Verificarea acționării dispozitivului de contact electric a aparatelor de control a densității SF₆/amestecului de gaze, se efectuează pentru fiecare dintre grupurile de contacte ale dispozitivului în cazul reducerii artificiale a presiunii controlată de dispozitiv până la valorile acționării semnalizării de avertizare și de avarie. Valorile mărimilor specificate trebuie determinate în baza indicațiilor manometrului de control și în continuare raportate la temperatura de +20°C. Valorile obținute în acest mod trebuie să corespundă normativului indicat în instrucțiunea de exploatare.

818. Verificarea presiunii de umplere cu SF₆ sau amestec de gaze a compartimentelor etanșe, trebuie efectuată cu manometrul de control cu clasă de precizie nu mai mică de 0,6.

819. Valoarea măsurată a presiunii, raportată la temperatura de +20°C, trebuie să se afle în intervalul specificat de uzina producătoare.

Secțiunea 3

Transformatoare de curent optice

Subsecțiunea 1

Verificarea blocului de înaltă tensiune

820. Verificarea blocului de tensiune înaltă se efectuează în corespundere cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2

Verificarea blocului electronic

821. Verificarea blocului electronic se efectuează în corespundere cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 4

Transformatoare de curent electromagnetice cu izolație din rășină turnată (solidă)

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

822. Măsurarea rezistenței izolației principale a transformatoarelor de curent se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

823. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor secundare a transformatoarelor de curent una față de cealaltă, se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

824. Valorile măsurate ale rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mici decât cele prezentate în documentația uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

825. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 2 din Secțiunea 2 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 3
Determinarea caracteristicilor de magnetizare

826. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 4 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 4
Măsurarea coeficientului de transformare

827. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 5 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 5
Măsurarea rezistenței înfășurărilor secundare în curent continuu

828. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 6 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

CAPITOLUL VII
TRANSFORMATOARE DE TENSIUNE

Secțiunea 1
Transformatoare electromagnetice de tensiune cu ulei

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor

829. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor de înaltă tensiune ale transformatoarelor de tensiune se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

830. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor secundare, precum și a înfășurărilor de legătură ale transformatoarelor de tensiune în cascadă, se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V. Rezistența izolației înfășurărilor de înaltă tensiune ale transformatoarelor de tensiune mai mare de 35 kV cu izolația bornei nulului la tensiunea mai mică de 1000 V se admite de măsurat cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V.

831. Valorile măsurate ale rezistenței izolației în cazul punerii în funcțiune trebuie să fie nu mai mici de valorile prezentate în tabelul 90.

Tabelul 90. Valorile admisibile ale rezistenței izolației a transformatoarelor de tensiune electromagnetice cu ulei

Clasa de tensiune, kV	Rezistențele admisibile ale izolației, MΩ, nu mai mici de		
	Izolația principală	Înfășurări secundare*	Înfășurări de legătură
3-35	100	50 (1)	1
110-400	300	50 (1)	1

Notă: *Rezistența izolației înfășurărilor secundare sunt prezentate: fără paranteze – în cazul circuitelor secundare deconectate, în paranteze – cu circuite secundare conectate.

Subsecțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

832. Încercarea se efectuează la transformatoare cu tensiunea mai mică de 35 kV.

833. Încercarea izolației înfășurării de înaltă tensiune cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz se efectuează pentru transformatoarele de tensiune, cu izolarea la tensiunea nominală, a tuturor bornelor înfășurării de înaltă tensiune a acestor transformatoare.

834. Valorile tensiunii de încercare a izolației principale sunt prezentate în tabelul 86.

835. Durata încercării transformatoarelor de tensiune cu izolație exterioară din porțelan – 1 min., celor cu izolație din materiale organice – 5 min.

836. Valoarea tensiunii de încercare pentru izolația înfășurărilor secundare împreună cu circuitele conectate la acestea se alege egală cu 1 kV. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Subsecțiunea 3

Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

837. Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu se efectuează la înfășurările primare, secundare și de legătură ale transformatoarelor de tensiune.

838. Abaterea rezistenței măsurate în curent continuu a înfășurării de la valoarea din pașaport sau de la cea măsurată pe alte faze trebuie să nu depășească 2%. La compararea valorii măsurate cu datele din pașaport, valoarea măsurată a rezistenței trebuie raportată la temperatura de încercare a uzinei producătoare. În cazul comparării cu alte faze, măsurările pe toate fazele trebuie efectuate la aceeași temperatură.

Subsecțiunea 4

Încercarea uleiului de transformator

839. La punerea în funcțiune a transformatoarelor de tensiune, uleiul trebuie încercat în corespundere cu cerințele pct. 1-6 din tabelul 104.

840. Pentru transformatoarele de tensiune în cascadă umplute cu ulei, evaluarea stării uleiului în fiecare treaptă se efectuează conform normelor, care corespund tensiunii de lucru a treptei.

Secțiunea 2

Transformatoare de tensiune capacitive cu ulei

Subsecțiunea 1

Încercarea condensatoarelor divizoarelor de tensiune

841. Încercările condensatoarelor divizoare de tensiune se efectuează în corespundere cu cerințele Capitolului XXII.

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței izolației dispozitivului electromagnetic

842. Măsurarea rezistenței izolației a înfășurărilor se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

843. Rezistența izolației nu trebuie să difere de cea specificată în pașaport mai mult de 30% în direcția înrăutățirii, dar trebuie să fie nu mai mică de 300 M Ω .

Subsecțiunea 3

Încercarea dispozitivului electromagnetic cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

844. Încercărilor se supune izolația înfășurărilor secundare a dispozitivului electromagnetic.

845. Tensiunea de încercare – 1800 V.

846. Durata aplicării tensiunii – 1 min.

Subsecțiunea 4

Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

847. La punerea în funcțiune măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu se efectuează pentru toate pozițiile dispozitivului de comutare.

848. Valorile măsurate, raportate la temperatura în timpul încercărilor uzinei producătoare, nu trebuie să difere de cele indicate în pașaport cu mai mult de 5%.

Subsecțiunea 5

Măsurarea curentului și pierderilor de mers în gol

849. Măsurările curentului pierderilor de mers în gol se efectuează la tensiunile indicate în documentația uzinei producătoare.

850. Valorile măsurate nu trebuie să difere de cele indicate în pașaport cu mai mult de 10%.

Subsecțiunea 6

Încercarea uleiului de transformator din dispozitivul electromagnetic

851. Valoarea tensiunii de străpungere a uleiului trebuie să fie nu mai mică de 30 kV.

852. La punerea în funcțiune, uleiul de transformator pentru umplerea/completarea dispozitivului electromagnetic trebuie încercat în corespundere cu cerințele pct. 1-6 din tabelul 104.

Subsecțiunea 7

Încercarea descărcătoarelor cu rezistență variabilă și limitatoarelor de supratensiune

853. Încercările descărcătoarelor cu rezistență variabilă și a limitatoarelor de supratensiune se efectuează conform indicațiilor Capitolului XXIII.

Secțiunea 3

Transformatoare de tensiune cu SF₆

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor

854. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 1 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 2

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

855. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 2 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 3

Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

856. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 3 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 4
Încercările SF₆ sau a amestecului de gaze din transformatorul de tensiune

857. Încercările SF₆ sau a amestecului de gaze din transformatorul de tensiune se efectuează conform pct. 814-819.

Secțiunea 4
Transformatoare de tensiune optice

Subsecțiunea 1
Verificarea blocului de înaltă tensiune

858. Verificarea blocului de înaltă tensiune se efectuează în corespundere cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Verificarea blocului electronic

859. Verificarea blocului electronic se efectuează în corespundere cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Transformatoare de tensiune cu izolație din rășină turnată (solidă)

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor

860. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 1 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

861. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 2 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

Subsecțiunea 3
Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

862. Încercările se efectuează conform Subsecțiunii 3 din Secțiunea 1 a prezentului Capitol.

CAPITOLUL VIII ÎNTRERUPĂTOARE CU ULEI ȘI ÎNTRERUPĂTOARE ELECTROMAGNETICE

Secțiunea 1 Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1 Măsurarea rezistenței izolației părților mobile și de direcționare confecționate din materiale organice

863. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

864. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de valorile indicate în tabelul 91.

Tabelul 91. Valorile minim admisibile ale rezistenței izolației părților mobile și de direcționare confecționate din materiale organice

Tensiunea nominală a întrerupătorului, kV	3-10	15-150	220 și mai mare
Rezistența izolației, MΩ	1000	3000	5000

Subsecțiunea 2 Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și electromagneților de comandă

865. Măsurarea se efectuează în corespundere cu tabelul 105.

Secțiunea 2 Încercarea racordurilor

866. Încercările trebuie efectuate în corespundere cu Capitolul XXV din prezentul Titlu.

Secțiunea 3 Evaluarea stării izolației din interiorul cuvei și dispozitivelor de stingere a arcului electric ale întrerupătoarelor cu ulei cu tensiunea de 35 kV

867. Evaluarea se efectuează la cuvele întrerupătoarelor cu ulei la tensiunea 35 kV, în cazul dacă la măsurarea tgδ a racordurilor întrerupătorului complet asamblat sunt obținute valori majorate în raport cu normele prezentate în tabelul 104.

868. Izolația din interiorul cuvei și izolația dispozitivelor de stingere al arcului electric se supun uscării dacă excluderea influenței acestei izolații micșorează valoarea măsurată a tgδ cu mai mult de 4% (valoare absolută).

Secțiunea 4 Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

Subsecțiunea 1 Încercarea izolației de suport și izolației întreruptoarelor în raport cu carcasa

869. Încercarea se efectuează la echipamentele electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV.

870. Valoarea tensiunii de încercare pentru întrerupătoare se alege în corespundere cu datele din tabelul 86.

871. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

872. Încercările similare trebuie să fie supusă izolația interstițiului între contactele întrerupătoarelor 6-10 kV.

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

873. Valoarea tensiunii de încercare – 1 kV.

874. Durata aplicării tensiunii normale de încercare – 1 min.

875. În cazul amenajării întrerupătoarelor cu ulei puțin de seria „BMT” trebuie efectuată măsurarea rezistenței izolației al fiecărui element de încălzire (în stare rece). Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

Secțiunea 5

Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței conturului de curent al sistemului de contacte

876. Măsurarea rezistenței în curent continuu se efectuează la fiecare fază separat.

877. Valoarea rezistenței trebuie să nu depășească valorile indicate în documentația tehnică a uzinei producătoare.

878. Normele valorilor rezistenței tronsoanelor separate trebuie să nu depășească valorile indicate în documentația tehnică a uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței rezistoarelor de șuntare a dispozitivelor de stingere al arcului electric

879. Valoarea măsurată a rezistenței trebuie să difere de datele uzinei producătoare cu nu mai mult de 3%.

880. Valorile măsurate ale rezistențelor trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare cu toleranțele indicate în acestea.

Subsecțiunea 3

Măsurarea rezistenței înfășurărilor electromagneților de comandă

881. Valorile măsurate ale rezistențelor înfășurărilor electromagneților trebuie să corespundă indicațiilor normelor uzinei producătoare.

Secțiunea 6

Măsurarea caracteristicilor de viteză și de timp ale întrerupătoarelor

882. Măsurarea vitezelor de mișcare ale contactelor mobile și a timpului de conectare și deconectare a acestora se efectuează în cazul întrerupătorului umplut complet cu ulei și tensiunii nominale a curentului operativ la bornele electromagneților de comandă.

883. Caracteristicile de viteză și de timp al întrerupătorului apt pentru exploatare trebuie să corespundă datelor din documentația tehnică a uzinei producătoare.

Secțiunea 7

Măsurarea cursei părților mobile (consolelor) ale întreruptorului, strângerii contactelor la cuplare, simultaneității deschiderii și închiderii contactelor

884. Valorile obținute în cadrul măsurărilor trebuie să corespundă datelor din documentația tehnică a uzinei producătoare.

Secțiunea 8

Verificarea caracteristicilor de reglare și ajustare a mecanismelor, dispozitivelor de acționare și întrerupătoarelor

885. Verificarea se efectuează în volumul și normele stabilite de instrucțiunile uzinei producătoare și pașapoartele pentru fiecare tip de mecanism de acționare și întrerupător.

Secțiunea 9

Verificarea acționării mecanismului de declanșare liberă

886. Mecanismul de declanșare liberă al dispozitivului de acționare trebuie să permită executarea operației de deconectare pe toată cursa a contactelor, adică în orice moment de la începutul operației de conectare.

887. Mecanismul de declanșare liberă se verifică în funcțiune în cazul poziției conectate complet al dispozitivului de acționare în momentul închiderii circuitului primar și în 2-3 poziții intermediare al acestuia.

Secțiunea 10

Verificarea tensiunii/presiunii minime de acționare a întrerupătoarelor

888. Verificarea tensiunii minime de acționare se efectuează la fiecare pol la întrerupătoarele cu dispozitive de acționare separate pentru fiecare pol.

889. Tensiunea minimă de acționare a electromagneților trebuie să corespundă normelor stabilite de uzina producătoare a întrerupătorului. Tensiunea minimă de acționare a electromagneților de comandă ale întrerupătoarelor cu dispozitive de acționare cu resort trebuie determinată în cazul tensionării de lucru al resorturilor de lucru conform indicațiilor documentației tehnice ale uzinei producătoare.

890. Se permite de a nu efectua verificarea acționării mecanismului de declanșare liberă a dispozitivelor de acționare „ПП-61” și „ПП-67” în poziții intermediare din cauza apariției pericolului de revenire bruscă a pârghiei dispozitivului de acționare manual.

891. Valoarea presiunii de acționare a dispozitivului de acționare pneumatic trebuie să fie cu 20-30% mai mică decât limita inferioară a presiunii de lucru.

Secțiunea 11

Încercarea întrerupătoarelor prin testări multiple

892. Testări multiple ale întrerupătoarelor – executarea operațiilor de conectare și deconectare și ciclurilor complexe (conectări-deconectări fără temporizare sunt obligatorii pentru toate întrerupătoarele; deconectări-conectări și deconectări-conectări-deconectări sunt obligatorii pentru întrerupătoarele, destinate pentru funcționarea în regim RA – Reconectare Automată) trebuie efectuate la tensiunea nominală la bornele electromagneților.

893. Numărul operațiilor și ciclurilor complexe care urmează a fi executate la întreruptor, trebuie să fie:

- 1) 3-5 operații de conectare și deconectare;
- 2) 2-3 cicluri de fiecare tip.

Secțiunea 12

Încercarea uleiului de transformator din întrerupătoare

894. La întrerupătoarele cu cuvă de toate clasele de tensiune și la întrerupătoarele cu cuvă de volum mic, cu tensiunea mai mare de 110 kV, încercarea uleiului se efectuează până la și după umplerea uleiului în întrerupătoare.

895. La întrerupătoarele cu cuvă de volum mic, cu tensiunea mai mică de 35 kV, uleiul se încearcă până la umplerea camerelor de stingere a arcului electric. Încercarea uleiului se efectuează în corespundere cu pct. 1, 3-5 din tabelul 104.

Secțiunea 13

Încercarea transformatoarelor de curent încorporate

896. Încercarea se efectuează în corespundere cu Capitolul VI.

CAPITOLUL IX

ÎNTRERUPĂTOARE CU AER COMPRIMAT

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației confecționate din materiale organice a conductelor de aer, părților mobile și de suport

897. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

898. În caz de necesitate măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor de suport, izolatoarelor camerelor de stingere al arcului electric și separatoarelor automate trebuie efectuată cu instalarea inelelor de protecție pe suprafața exterioară.

899. Rezistența izolației elementului izolator de suport, conducta de aer și tija, fiecare separate, fabricate din porțelan trebuie să fie nu mai mică de valorile din tabelul 91.

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de conectare și deconectare

900. Măsurarea se efectuează în corespundere cu Capitolul XXVIII din prezentul Titlu.

Subsecțiunea 3

Măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor cu mai multe elemente

901. Măsurarea trebuie efectuată conform indicațiilor Capitolului XIX.

Secțiunea 2

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

Subsecțiunea 1

Încercarea izolației de suport

- 902.** Încercarea se efectuează la echipamentele electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV.
- 903.** Izolația de suport din porțelan a întrerupătoarelor trebuie încercată cu tensiune mărită de frecvență industrială în corespundere cu tabelul 86.
- 904.** Durata aplicării tensiunii normate de încercare – 1 min.

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

- 905.** Încercarea se efectuează în conformitate cu cerințele Capitolului XXVIII Secțiunea 2 din prezentul Titlu.
- 906.** Durata încercării – 1 min.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței conturului de curent (circuitului principal)

- 907.** Rezistența conturului de curent trebuie măsurată pe părți, adică pentru fiecare dispozitiv/modul de stingere al arcului electric, element al camerei de stingere și al separatorului automat, barelor din interiorul polilor separat.
- 908.** Valorile limită admisibile a rezistenței contactelor întrerupătoarelor cu aer comprimat trebuie să corespundă datelor din documentația tehnică a uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței înfășurărilor electromagneților și circuitelor de comandă

- 909.** Valorile măsurate ale rezistenței înfășurărilor electromagneților și circuitelor de comandă ale întrerupătoarelor cu aer comprimat trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

Subsecțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu a divizorilor de tensiune și rezistoarelor de șuntare

- 910.** Rezultatele măsurărilor rezistenței ale elementelor divizorilor de tensiune și rezistoarelor de șuntare trebuie să corespundă valorilor stabilite în documentația tehnică a uzinei producătoare.

Secțiunea 4

Încercările condensatoarelor divizoare de tensiune

- 911.** Încercările trebuie efectuate conform indicațiilor Capitolului XXII din prezentul Titlu.
- 912.** Diferența dintre valorile capacității condensatoarelor din polul întrerupătorului trebuie să nu depășească normele uzinei producătoare.

Secțiunea 5 Verificarea caracteristicilor întrerupătorului

913. Caracteristicile întrerupătorului, determinate în cazul presiunii nominale, minimale și maxime de lucru la operațiile simple și cicluri complexe, trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 6 Verificarea tensiunii minime de acționare a întreruptorului

914. Electromagneții de comandă ale întrerupătoarelor cu aer comprimat trebuie să acționeze la tensiunea nu mai mare de $0,7 \cdot U_{nom}$ în cazul alimentării mecanismului de acționare de la sursă de curent continuu și la tensiune nu mai mare de $0,65 \cdot U_{nom}$ în cazul alimentării prin dispozitiv de redresare de la sursă de curent alternativ și presiunii de lucru cele mai mari a aerului comprimat în rezervoarele întreruptorului.

915. Tensiunea pe electromagneți trebuie aplicată prin impuls.

Secțiunea 7 Încercarea întrerupătorului prin testări multiple

916. Numărul operațiilor și ciclurilor complexe, executate de fiecare întrerupător, se stabilește în conformitate cu tabelul 92.

Tabelul 92. Condițiile și numărul de testări ale întrerupătoarelor în cazul ajustării

Operația sau ciclul	Presiunea în procesul testării	Tensiunea la bornele electromagneților	Numărul de operații sau cicluri
1. Conectare	Minimă de	Nominală	3
2. Deconectare	Idem	Idem	3
3. Conectare-deconectare	Idem	Idem	2
4. Conectare	Minimă de lucru	Idem	3
5. Deconectare	Idem	Idem	3
6. Conectare-deconectare	Idem	Idem	2
7. Conectare	Nominală	Idem	3
8. Deconectare	Idem	Idem	3
9. Deconectare-conectare	Idem	Idem	2
10. Conectare	Maximă de lucru	0,7 din nominală	2
11. Deconectare	Idem	Idem	2
12. Conectare-deconectare	Idem	Nominală	2
13. Deconectare-conectare-deconectare	Idem	Idem	2

14. Deconectare- conectare-deconectare	Minimă pentru RA	Idem	2
---	------------------	------	---

Notă: În cazul executării operațiilor și ciclurilor complexe (pct. 4-9, 12-14) trebuie să fie ridicate oscilograme.

Secțiunea 8

Verificarea caracteristicilor de reglare și setare

917. Verificarea dimensiunilor, interstițiilor și cursului dispozitivelor de stingere al arcului electric și nodurilor panourilor de comandă se efectuează în volumul stabilit de uzina producătoare.

CAPITOLUL X ÎNTRERUPĂTOARE CU SF₆

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

918. Măsurarea trebuie efectuată conform indicațiilor Capitolului XXVIII din prezentul Titlu.

Secțiunea 2 Încercarea izolației

Subsecțiunea 1 Încercarea izolației întrerupătorului

919. Încercarea izolației trebuie efectuată cu tensiune de frecvență industrială în conformitate cu tabelul 86.

920. Se admite de a nu efectua încercarea întrerupătoarelor umplute cu SF₆ de către uzina producătoare și care nu sunt prevăzute a fi dezasamblate pe toată perioada de exploatare.

921. Întrerupătoarele cu SF₆ cu tensiunea nominală mai mare de 35 kV nu se supun încercării cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz.

Subsecțiunea 2 Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

922. Încercarea trebuie efectuată în corespundere cu indicațiile Capitolului XXVIII din prezentul Titlu.

923. Valoarea tensiunii de încercare pentru circuitele secundare și electromagneții de comandă trebuie să fie 1000 V.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței circuitului primar

924. Rezistența circuitului primar trebuie măsurată atât pentru întregul circuit de curent al polului, cât și separat pentru fiecare ruptură a dispozitivului de stingere al arcului electric, dacă există posibilitate din punct de vedere constructiv.

925. Valorile măsurate ale rezistențelor trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

926. Măsurările nu se efectuează la întrerupătoarelor umplute cu SF₆ de către uzina producătoare și care nu sunt prevăzute a fi dezasamblate pe toată perioada de exploatare.

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței elementelor în circuitele mecanismelor de acționare

927. Valorile măsurate ale rezistențelor trebuie să corespundă cerințelor uzinei producătoare.

Secțiunea 4

Verificarea tensiunii minime de acționare al întrerupătorului

928. Întrerupătoarele trebuie să acționeze la tensiunea nu mai mare de $0,7 \cdot U_{\text{nom}}$ în cazul alimentării mecanismului de acționare de la sursă de curent continuu; la tensiune nu mai mare de $0,65 \cdot U_{\text{nom}}$ în cazul alimentării de la rețea/circuit cu curent alternativ la presiunea nominală de lucru a SF₆ în cavitățile întrerupătorului și cea mai mare presiune de lucru în rezervoarele mecanismului de acționare.

929. Tensiunea pe electromagneți trebuie aplicată prin impuls.

Secțiunea 5

Încercările condensatoarelor divizoare de tensiune

930. Încercările trebuie efectuate conform indicațiilor Capitolului XXII din prezentul Titlu.

931. Valoarea măsurată a capacității trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

Secțiunea 6

Verificarea caracteristicilor întrerupătorului

932. La verificarea funcționării întrerupătoarelor cu SF₆ trebuie determinate caracteristicile prescrise de instrucțiunile uzinei producătoare.

933. Rezultatele verificărilor și măsurărilor trebuie să corespundă datelor de pașaport.

Secțiunea 7

Încercarea întrerupătoarelor cu testări multiple

934. Testări multiple – executarea operațiilor de conectare și deconectare și ciclurilor complexe (conectări-deconectări fără temporizare între operații – pentru toate întrerupătoarele; deconectări-conectări și deconectări-conectări-deconectări – pentru întrerupătoarele, destinate pentru funcționarea în regim RA) – trebuie efectuate la diferite valori ale presiunii aerului comprimat în

mecanismul de acționare și ale tensiunii pe bornele electromagneților de comandă cu scopul verificării funcționalității acționării întrerupătoarelor în conformitate cu tabelul 92.

935. Încercarea se efectuează în cazul tensiunii nominale pe bornele electromagneților ale mecanismului de acționare la presiune nominală a aerului comprimat al mecanismului de acționare.

936. Numărul operațiilor și ciclurilor complexe, pe care trebuie să efectueze întrerupătorul, trebuie să constituie:

- 1) 3-5 operații de conectare și deconectare;
- 2) 2-3 cicluri de fiecare tip.

Secțiunea 8 **Verificarea etanșeității**

937. Verificarea etanșeității se efectuează cu ajutorul detectorului de gaze.

938. În cazul încercărilor la etanșitate, cu tija detectorului de gaze se examinează locurile etanșărilor ale îmbinărilor cap la cap și cusăturile de sudare ale întrerupătorului.

939. Rezultatul controlului prezenței pierderilor se consideră satisfăcător dacă detectorul de gaze nu indică scurgeri.

940. Controlul se efectuează la presiunea nominală a SF₆.

Secțiunea 9 **Verificarea conținutului de umiditate în SF₆**

941. Verificarea conținutului de umiditate în SF₆ se efectuează conform pct. 814-816.

Secțiunea 10 **Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF₆ sau amestecului de gaze**

942. Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF₆ sau amestecului de gaze se efectuează conform pct. 817.

Secțiunea 11 **Verificarea cu manometrul de control a presiunii de umplere cu SF₆ sau amestec de gaze al compartimentelor etanșe al întrerupătorului cu SF₆**

943. Verificarea cu manometrul de control a presiunii de umplere cu SF₆ sau amestec de gaze al compartimentelor etanșe al întrerupătorului cu SF₆ se efectuează conform pct. 818 și 819.

Secțiunea 12 **Verificarea stării sistemului de încălzire a elementelor întrerupătorului cu SF₆**

Subsecțiunea 1 **Verificarea stării elementelor de încălzire ale sistemelor de încălzire pentru protecția împotriva formării condensatului și temperaturilor scăzute ale elementelor întrerupătorului cu SF₆**

944. Verificarea stării elementelor de încălzire ale sistemelor de încălzire pentru protecția împotriva formării condensatului și temperaturilor scăzute ale elementelor întrerupătorului cu SF₆ se

efectuează la elementele de încălzire ale dulapului mecanismului de acționare și ale dulapului cu aparate cu luarea în considerare a particularităților constructive ale întrerupătorului.

945. Rezistența electrică a elementelor de încălzire și valoarea reglajului al dispozitivului de comandă al sistemului de încălzire și care controlează funcționarea acestuia, trebuie să corespundă valorilor indicate de uzina producătoare al întrerupătorului cu SF₆ în documentația de exploatare.

Subsecțiunea 2

Verificarea stării elementelor de încălzire ale sistemelor de încălzire a rezervoarelor întrerupătorului cu SF₆ cu cuvă

946. Verificarea stării elementelor de încălzire a sistemelor de încălzire ale rezervoarelor întrerupătoarelor cu SF₆ se efectuează la toate elementele de încălzire instalate pe întrerupătorul cu SF₆.

947. Rezistența electrică a elementelor de încălzire și valoarea reglajului dispozitivului de comandă al sistemului de încălzire și care controlează funcționarea acestuia, trebuie să corespundă valorilor indicate de uzina producătoare al întrerupătorului cu SF₆ în documentația de exploatare.

Secțiunea 13

Verificarea caracteristicilor de reglare și montare al mecanismelor de acționare și al întrerupătoarelor

948. Verificarea caracteristicilor interstițiului în nodurile mecanismelor de acționare, cursele tijelor mecanismelor de acționare, gradul de comprimare a arcurilor, cursa tijeii mecanismului de acționare, se efectuează în volumul și în conformitate cu normele indicate în documentația de exploatare a întrerupătorului cu SF₆.

Secțiunea 14

Încercările transformatoarelor de curent încorporate

949. Încercările trebuie efectuate în corespundere cu indicațiile Capitolului VI din prezentul Titlu.

CAPITOLUL XI ÎNTRERUPĂTOARE CU VID

950. Măsurarea rezistenței cu curent continuu, determinarea uzurii admise a contactelor, măsurarea caracteristicilor de timp ale întrerupătoarelor, măsurarea cursului părților mobile și simultaneității închiderii contactelor se efectuează în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

951. Măsurarea se efectuează conform indicațiilor Capitolului XXVIII din prezentul Titlu.

Secțiunea 2

Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

Subsecțiunea 1

Încercarea izolației întrerupătorului

- 952. Încercarea se efectuează la echipamentul cu tensiunea mai mică de 35 kV.
- 953. Se încearcă izolația întrerupătorului și izolația de rupere a contactelor.
- 954. Valoarea tensiunii de încercare se alege în conformitate cu tabelul 86.
- 955. Durata încercării – 1 min.
- 956. Dacă întrerupătorul cu vid este șuntat de un limitator de supratensiune, acesta trebuie deconectat înainte de încercare.

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

- 957. Încercarea se efectuează conform indicațiilor Capitolului XXVIII din prezentul Titlu.
- 958. Valoarea tensiunii de încercare se alege egală cu 1 kV.
- 959. Durata încercării – 1 min.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței cu curent continuu

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței circuitului primar

960. Valorile rezistenței circuitului primar trebuie să corespundă cerințelor uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței elementelor în circuitele mecanismului de acționare

961. Valorile măsurate ale rezistenței trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare sau rezistenței elementelor similare ale întrerupătoarelor de același tip, dar nu mai mici de 1 MΩ.

Secțiunea 4

Verificarea tensiunii minime de acționare a electromagneților de comandă a întrerupătorului

962. Electromagneții de comandă a întrerupătoarelor cu vid trebuie să acționeze la următoarele nivele de tensiune:

- 1) electromagneții de conectare în cazul tensiunii nu mai puțin de $0,85 \cdot U_{nom}$;
- 2) electromagneții de deconectare în cazul tensiunii nu mai puțin de $0,7 \cdot U_{nom}$.

Secțiunea 5

Încercarea întrerupătoarelor cu testări multiple

963. Numărul operațiilor și ciclurilor complexe care trebuie efectuate de întrerupător în cazul tensiunii nominale la bornele electromagneților trebuie să fie:

- 1) 3-5 operațiuni de conectare și deconectare;
- 2) 2-3 cicluri de conectare-deconectare fără temporizare între operații.

Secțiunea 6

Măsurarea rezistenței cu curent continuu, măsurarea caracteristicilor de durată ale întrerupătoarelor, măsurarea cursei părților mobile și simultaneității închiderii/deschiderii contactelor

964. Măsurările se efectuează în cazul, dacă sunt obligatorii conform instrucțiunii uzinei producătoare.

Secțiunea 7

Reglarea simultaneității închiderii/deschiderii contactelor

965. Întrerupătoarele, construcția cărora permite reglarea simultaneității închiderii sau deschiderii contactelor trebuie să fie reglate în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

CAPITOLUL XII

ÎNTRERUPĂTOARE DE SARCINĂ, CU EXCEPȚIA ÎNTRERUPTOARELOR GENERATOARELOR

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

966. Măsurarea se efectuează în corespundere cu Capitolul XXVIII din prezentul Titlu.

Secțiunea 2

Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

Subsecțiunea 1

Încercarea izolației întrerupătorului de sarcină

967. Încercarea se efectuează la echipamentele electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV.

968. Încercarea se efectuează în conformitate cu tabelul 86.

969. Durata încercării – 1 min.

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

970. Încercarea se efectuează în corespundere cu Capitolul XXVIII din prezentul Titlu.

971. Valoarea tensiunii de încercare – 1 kV.

972. Durata încercării – 1 min.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței în curent continuu al conturului de curent al sistemului de contacte al întrerupătorului

973. Se efectuează măsurarea rezistenței conturului de curent al polului și al fiecărei pereche al contactelor de lucru.

974. Valoarea rezistenței trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor electromagneților de comandă

975. Valoarea rezistenței trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 4

Verificarea funcționării mecanismului de declanșare liberă

976. Mecanismul de declanșare liberă se verifică în funcționare în corespundere cu Secțiunea 9 din Capitolul VIII din prezentul Titlu.

Secțiunea 5

Verificarea acționării mecanismului de acționare în cazul reducerii tensiunii

977. Verificarea se efectuează în corespundere cu Secțiunea 10 din Capitolul VIII din prezentul Titlu.

Secțiunea 6

Încercarea întrerupătorului de sarcină cu testări multiple

978. Testările multiple ale întrerupătoarelor trebuie efectuate la tensiunea nominală bornele electromagneților.

979. Numărul operațiilor, care trebuie efectuate la întrerupător, trebuie să constituie câte 3 conectări și 3 deconectări.

CAPITOLUL XIII

SEPARATOARE, SEPARATOARE AUTOMATE ȘI SCURTCIRCUITOARE

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației bridelor și tijelor din materiale organice

980. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

981. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de valorile indicate în Secțiunea 1 Subsecțiunea 1 din Capitolul VIII din prezentul Titlu.

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor cu mai multe elemente

982. Măsurarea se efectuează în corespundere cu Capitolul XIX din prezentul Titlu.
983. Măsurarea se efectuează în cazul temperaturii aerului nu mai mici de +5°C.

Subsecțiunea 3

Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și electromagneților de comandă

984. Măsurarea se efectuează în corespundere cu Capitolul VIII din prezentul Titlu.

Secțiunea 2

Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

Subsecțiunea 1

Încercarea izolației principale ale separatoarelor, separatoarelor automate și scurtcircuitoarelor

985. Încercarea se efectuează la echipamentele cu tensiunea mai mică de 35 kV.
986. Valoarea tensiunii de încercare a izolației principale pentru izolatoarele de suport cu un singur element se alege în conformitate cu tabelul 86.
987. Izolația compusă din izolatoare cu mai multe elemente trebuie supusă încercărilor conform Capitolului XIX din prezentul Titlu.
988. Durata aplicării tensiunii – 1 min.

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

989. Încercarea se efectuează în corespundere cu Secțiunea II din Capitolul XXVIII din prezentul Titlu.
990. Valoarea tensiunii de încercare – 1000 V.
991. Durata încercării – 1 min.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței sistemului de contacte a separatoarelor și separatoarelor automate

992. Măsurarea trebuie efectuată între punctele „borna de contact-bornă de contact”.
993. Rezultatele măsurărilor rezistențelor trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare, iar în cazul lipsei acestora din tabelul 93.

Tabelul 93. Valoarea limită admisibilă a rezistenței în curent continuu a sistemelor de contacte ale separatoarelor și separatoarelor automate

Curentul nominal, A	Valoarea admisibilă a rezistenței, $\mu\Omega$
600	175
1000	120

Subsecțiunea 2

Măsurarea rezistenței înfășurărilor electromagneților de comandă ale separatoarelor automate și scurtcircuitoarelor

994. Rezultatele măsurărilor rezistenței înfășurărilor trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

Secțiunea 4

Măsurarea presiunii de contact în contactele detașabile

995. Rezultatele măsurării trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

Secțiunea 5

Verificarea funcționării separatorului, separatorului automat și scurtcircuitului

996. Aparatele cu acționare manuală trebuie să fie verificate prin executarea a 5 operații de conectare și 5 operații de deconectare.

997. Aparatele cu comandă de la distanță trebuie la fel verificate prin efectuarea a 5 operații de conectare și același număr de operații de deconectare în cazul tensiunii nominale la bornele electromagneților și motoarelor electrice de comandă.

Secțiunea 6

Determinarea caracteristicilor temporale de timp

998. Determinarea caracteristicilor de timp este obligatorie pentru separatoare automate și scurtcircuitoare.

999. Rezultatele măsurărilor trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 7

Verificarea funcționării blocajelor mecanice

1000. Blocajul nu trebuie să permită operarea cu cuțitele principale în cazul poziției conectate a cuțitelor de legare la pământ și invers.

CAPITOLUL XIV

INSTALAȚII DE DISTRIBUȚIE PREFABRICATE (IDP) DE TIP INTERIOR ȘI EXTERIOR, COMPARTIMENTE DE ÎNALTĂ TENSIUNE ALE POSTURILOR DE TRANSFORMARE

1001. Normele de încercări ale elementelor IDP și compartimentelor de înaltă tensiune ale PT: întrerupătoare cu ulei, transformatoare de măsură, întrerupătoare de sarcină, descărcătoare cu rezistență variabilă, siguranțe fuzibile, separatoare, transformatoarelor de putere și uleiului de transformator, cabluri, sunt prezentate în capitolele respective al prezentului Titlu.

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației elementelor din materiale organice

1002. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

1003. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de valorile prezentate în tabelul 91.

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor secundare

1004. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 500-1000 V.

1005. Rezistența izolației a fiecărei conexiuni a circuitelor secundare cu toate aparatele conectate, relee, dispozitive, înfășurările secundare ale transformatoarelor de tensiune și de curent etc., trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

Secțiunea 2

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

Subsecțiunea 1

Încercarea izolației circuitelor primare ale celulelor

1006. Încercarea se efectuează la echipamentele cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1007. Valoarea tensiunii de încercare se alege în conformitate cu tabelul 86.

1008. Durata aplicării tensiunii normate de încercare – 1 min.

1009. Dacă izolația celulelor conține elemente din materiale organice solide, atunci durata aplicării tensiunii de încercare constituie 5 min.

1010. Toate elementele mobile cu întreruptoare se instalează în poziția de lucru, se conectează întreruptoarele, iar elementele mobile cu descărcătoare, transformatoarele de putere și măsură se deplasează în poziția de control.

1011. Încercarea cu tensiune mărită se efectuează până la conectarea cablurilor de putere.

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor secundare

1012. Încercarea se efectuează în corespundere cu indicațiile Capitolului XXVIII din prezentul Titlu.

1013. Încercarea se efectuează la tensiunea de 1 kV.

1014. Durata aplicării tensiunii normate de încercare – 1 min.

1015. Încercarea cu tensiune mărită a IDP nou amenajate trebuie efectuate până la conectarea LEA sau LEC cu întrerupătoare conectate.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu

1016. Rezistența în curent continuu a contactelor detașabile și prin buloane trebuie să fie nu mai mare de valorile prezentate în tabelul 94.

Tabelul 94. Valorile admisibile a rezistenței în curent continuu a elementelor IDP

Elementul măsurat*	Valorile admisibile a rezistenței
1. Contacte plug-in al circuitului primar	Valorile admisibile a rezistenței contactelor sunt prezentate în instrucțiunile uzinei producătoare. În cazul când valorile rezistenței contactelor nu sunt prezentate în instrucțiunile uzinei producătoare, acestea trebuie să fie nu mai mari de: 75 $\mu\Omega$ pentru contacte la 400 A; 60 $\mu\Omega$ pentru contacte la 630 A; 50 $\mu\Omega$ pentru contacte la 1000 A; 40 $\mu\Omega$ pentru contacte la 1600 A; 33 $\mu\Omega$ pentru contacte la 2000 A și mai mare.
2. Contacte detașabile	Rezistența în curent continuu a contactelor detașabile trebuie să fie nu mai mare de valorile din pct. 1 al prezentului tabel
3. Legătura la pământ a elementului mobil cu carcasa	nu mai mare de 0,1 Ω

Notă: *Măsurarea se efectuează, dacă permite construcția IDP.

Secțiunea 4

Verificarea coaxialității și nivelul intrării contactelor mobile în contactele fixe

Subsecțiunea 1

Verificarea coaxialității contactelor

1017. Devierile coaxialității contactelor trebuie să nu depășească 4-5 mm. Luftul vertical al lamelor contactelor de deconectare ale căruciorului debroșabil trebuie să fie în limitele 8-14 mm.

Subsecțiunea 2

Intrarea contactelor mobile în contactele fixe

1018. Intrarea contactelor mobile în contactele fixe trebuie să fie nu mai mică de 15 mm, distanța de rezervă – nu mai mică de 2 mm.

Secțiunea 5

Controlul barelor colectoare

1019. Controlul legăturilor de contact ale barelor colectoare trebuie efectuat în conformitate cu indicațiile Capitolului XIX.

Secțiunea 6

Încercări mecanice

1020. Încercările mecanice se efectuează în corespundere cu instrucțiunile uzinei producătoare.

1021. Încercările mecanice includ:

- 1) 5 cicluri de broșare și debroșare a elementelor retractabile cu verificarea coaxialității contactelor de deconectare, precum și funcționarea mecanismului ușițelor, blocajelor, fixatoarelor;
- 2) verificarea funcționalității și stării contactelor separatorului de legare la pământ.

CAPITOLUL XV

INSTALAȚII DE DISTRIBUȚIE PREFABRICATE ÎN CARCASĂ METALICĂ CU IZOLAȚIE CU SF₆

1022. Nu se efectuează încercările IDP umplute cu SF₆ de uzina producătoare și care nu supun desfacerii pe toată durata de funcționare.

1023. Încercările IDP umplute cu SF₆ se efectuează doar în cazul în care acestea sunt prevăzute de către uzina producătoare.

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței circuitului primar de curent

1024. Măsurările trebuie efectuate în conformitate cu schema de măsurare a rezistenței sectoarelor circuitului primar de curent, ce este prezentată de uzina producătoare în documentația de exploatare a IDPH.

1025. Rezistența măsurată trebuie să nu depășească valorile indicate în documentația uzinei producătoare.

Secțiunea 2

Măsurarea rezistenței izolației a circuitului primar de curent

1026. Măsurările se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

1027. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de valorile prezentate în tabelul 91.

Secțiunea 3

Încercarea rigidității dielectrice a izolației circuitelor primare

1028. Izolația circuitelor primare ale IDPH trebuie să fie supusă încercărilor cu tensiune înaltă de curent alternativ după amenajare.

1029. Încercările se efectuează la presiunea nominală a SF₆/amestecului de gaze.

1030. Încercărilor se supun toate celulele după amenajare.

1031. Încercările se efectuează cu utilizarea instalațiilor de încercări cu tensiune alternativă de frecvență industrială sau instalațiilor de încercări rezonant-serie.

1032. Se admite efectuarea încercărilor cu tensiune de curent alternativ cu o frecvență mai mică de 400 Hz.

1033. Valoarea și ordinea aplicării tensiunii de încercare, etapele și consecutivitatea încercării celulelor se determină de programul tehnic de încercări, elaborat cu luarea în considerare a prevederilor SM SR EN 50289-1-3 „Cabluri de comunicații. Specificații pentru metodele de încercare. Partea 1-3: Metode de încercări electrice. Rigiditate dielectrică”, SM EN IEC 60480 „Specificație pentru reutilizarea hexafluorului de sulf (SF₆) și a amestecurilor sale în echipamentul electric” și cerințelor uzinei producătoare a IDPH. Secțiunile, care în aceste cazuri nu se supun încercărilor, separate de partea încercată printr-un întrerupător sau separator, trebuie să fie legate la pământ.

Secțiunea 4 Încercare la etanșeitate

1034. Încercările trebuie efectuate la IDPH umplută până la presiunea nominală cu același gaz și în aceleași condiții care se utilizează în procesul exploatării.

1035. Încercarea etanșeității se efectuează pentru confirmarea faptului că consumul gazului pentru scurgeri F nu depășește valoarea stabilită de uzina producătoare a consumului admis al gazului pentru scurgerile F_p .

Tabelul 95. Consum admis de SF_6 pentru scurgeri

Temperatura mediului ambiant, °C	Consum admisibil pentru scurgeri, F_p
+40 și +50	3 F_p
20±2	F_p
-5 /-10 /-15 /-25 /-30/-40	3 F_p
-50	6 F_p
-60	10 F_p

1036. În cazul controlului prezenței scurgerii, cu sonda detectorului de scurgeri, se examinează locurile de etanșare ale îmbinărilor detașabile și cusăturilor de sudare și etanșările părților mobile ale separatoarelor, comutatoarelor și întreruptoarelor.

1037. Controlul se efectuează cu utilizarea detectorului de scurgeri cu o sensibilitate nu mai mică de $10^2 \text{ Pa}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$.

1038. Rezultatul controlului se consideră satisfăcător dacă detectorul de scurgere nu indică scurgeri.

1039. Controlul poate fi efectuat de asemenea cu utilizarea sistemelor staționare de control continuu/traductoare sau instalațiilor cu termoviziune speciale.

Secțiunea 5 Verificarea conținutului de umiditate în SF_6

1040. Verificarea conținutului de umiditate în SF_6 se efectuează conform pct. 814-816.

Secțiunea 6 Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF_6 sau al amestecului de gaze

1041. Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF_6 sau amestecului de gaze se efectuează conform pct. 817.

Secțiunea 7 Verificarea cu manometrul de control a presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze ale compartimentelor etanșe IDPH

1042. Verificarea cu manometrul de control a presiunii de umplere cu SF_6 sau amestec de gaze ale compartimentelor etanșe al întrerupătorului cu SF_6 se efectuează conform pct. 818 și 819.

Secțiunea 8

Verificarea funcționării blocajului electromagnetic

1043. Blocajul electromagnetic include blocajul între aparatele de înaltă tensiune în limitele celulei IDPH, blocajul de la dispozitivele de legare la pământ a barelor și blocajul de la comanda manuală cu aparatele de înaltă tensiune.

1044. Circuitele blocajului se asamblează la contactele secundare ale dispozitivelor de înaltă tensiune în conformitate cu schemele prezentate de uzina producătoare a IDPH.

1045. Verificarea constă în permiterea dirijării cu un aparat separat la îndeplinirea condițiilor blocajului sau interzicerii dirijării dacă condițiile nu sunt îndeplinite.

1046. Verificarea se efectuează pentru toate aparatele IDPH.

Secțiunea 9

Controlul și încercările funcționalității mecanice

1047. Verificarea caracteristicilor, interstițiilor în subsansamblurile mecanismelor de acționare, cursele tijelor elementelor mecanismelor de acționare, gradul de comprimare al arcurilor, se efectuează în volumul și conform normelor indicate în documentația de exploatare a IDPH.

CAPITOLUL XVI

CONDUCTOARE-BARE ECRANATE PREFABRICATE CU TENSIUNEA MAI MARE DE 6 kV

1048. Volumul și normele de încercare ale echipamentului încorporat în conductorul-bară (transformatoare de măsurare, aparate de comutare, descărcătoare cu rezistență variabilă) sunt prezentate în capitolele respective ale Normativului.

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

1049. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

1050. Măsurarea rezistenței izolației conductoarelor-bare și barelor se efectuează pentru fiecare fază, în cazul când celelalte faze sunt legate la pământ.

1051. În cazul diferenței semnificative (de 2-3 ori) a rezistenței a diferitor faze se recomandă, după posibilitate, de efectuat inspectarea vizuală a fazei cu rezistența izolației cea mai mică pentru depistarea cauzei a acestei diferențe ale rezistențelor izolației și de înlăturat aceste cauze.

Secțiunea 2

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

1052. Încercarea se efectuează la echipamentul electric cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1053. Valoarea tensiunii de încercare, în cazul înfășurărilor debransate ale generatoarelor și transformatoarelor de putere, se alege în conformitate cu tabelul 86.

1054. Pentru conductoarele-bară cu ecran comun pentru toate trei faze, tensiunea de încercare se aplică pe rând la fiecare fază a conductorului-bară, când celelalte faze sunt conectate la mantaua legată la pământ.

1055. Durata aplicării tensiunii normate de încercare pentru izolație din porțelan – 1 min.

1056. Dacă izolația conductorului-bară conține elemente din materiale organice solide, atunci durata aplicării tensiunii de încercare constituie 5 min.

Secțiunea 3

Verificarea calității executării conexiunilor barelor și ecranelor

1057. Verificarea calității executării conexiunilor barelor ale conductoarelor-bare trebuie efectuată în corespundere cu cerințele instrucțiunii uzinei producătoare.

1058. Verificarea calității conexiunilor prin sudare în cazul amenajării conductoarelor-bare trebuie efectuată în corespundere cu instrucțiunea cu privire la sudarea aluminiului sau în cazul existenței instalației respective prin metoda cu raze X sau gamascopică, sau prin metoda recomandată de uzina producătoare.

1059. Cusăturile de sudare ale conexiunilor barelor și ecranelor trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

1) nu se admit fisuri, arsuri, cavități și lipsa sudurii care constituie mai mult de 10% din lungimea cusăturii cu o adâncime mai mare de 15% din grosimea metalului sudat;

2) valoarea sumară a sudării incomplete, tăieturilor, porilor de gaze, compușilor de oxizi și de wolfram a barelor și ecranelor din aluminiu sudate și aliajele acestuia pentru fiecare secțiune examinată trebuie să fie nu mai mare de 15% din grosimea metalului sudat.

1060. Dispozitivele de conexiune cu bulon trebuie să corespundă cerințelor SM SR EN 60998-2-1 „Dispozitive de conexiune pentru circuite de joasă tensiune pentru uz casnic și similar. Partea 2-1: Prescripții particulare pentru dispozitive de conexiune, ca părți separate, cu organe de strângere cu șurub”.

1061. Dispozitivele de conexiune fără bulon trebuie să corespundă cerințelor SM SR EN 60998-2-2 „Dispozitive de conexiune pentru circuite de joasă tensiune pentru uz casnic și similar. Partea 2-2: Prescripții particulare pentru dispozitive de conexiune, ca părți separate, cu organe de strângere fără șurub”.

Secțiunea 4

Verificarea stării garniturilor de izolare

1062. Verificarea se efectuează la conductoarele-bare, carcasa cărora sunt izolate față de construcțiile metalice de susținere.

1063. Verificarea integrității garniturilor de izolare se efectuează prin măsurări comparative a căderii de tensiune pe garniturile de izolare a secției fazei sau prin măsurarea curentului care circulă în construcțiile metalice dintre carcasa secțiilor.

1064. Criteriile lipsei conturilor scurtcircuitate în conductoarele-bare sunt prezentate în tabelul 96.

Tabelul 96. Criteriile lipsei conturilor scurtcircuitate în conductoare-bare

Construcția conductorului-bară	Nodul verificat	Criteriile de evaluare a stării	Notă
Cu ecrane neîntrerupte	Izolația ecranelor sau jgheaburilor conductorului-bară de la carcasa transformatorului de putere și generatorului în cazul:		
	interstițiului neîntrerupt între ecranele conductorului-bară și carcasa generatorului;	Lipsa scurtcircuitului metalic între ecrane și carcasa generatorului.	În cazul inspectării vizuale

	izolației unilaterale de etanșare a ecranelor și jgheaburilor conductorului-bară de la carcasa transformatorului de putere și generatorului;	Integritatea manșoanelor izolatoare, lipsa contactului suprafețelor ecranelor sau jgheaburilor (în locurile de izolație) cu carcasa transformatorului de putere și generatorului.	În cazul inspectării vizuale
	izolației de etanșare bilaterale a ecranelor și jgheaburilor detașabile a conductorului-bară, conectate la carcasa transformatorului de putere și generatorului.	Rezistența izolației a ecranului detașabil sau jgheabului în raport cu carcasa transformatorului de putere și generatorului, în cazul prizoanelor de strângere și conductoarelor de legare la pământ demontate, trebuie să fie nu mai mică de 10 k Ω .	Se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea 500-1000 V
Secționare	Izolația compensatoarelor de cauciuc ale ecranelor conductoarelor-bară de la carcasa transformatorului de putere și generatorului.	Distanța între buloanele inelelor de presiune adiacente ale compensatoarelor de cauciuc, trebuie să fie nu mai mic de 5 mm.	În cazul inspectării vizuale
	Izolația etanșărilor de cauciuc ale ecranelor detașabile și mobile	Rezistența izolației a ecranului în raport cu structurile metalice cu prizele demontate, trebuie să fie nu mai mică de 10 k Ω	Se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea 500-1000 V
Toate tipurile cu garnituri cu 2 straturi ale suporturilor ecranelor	Garniturile de izolare ale suporturilor ecranelor	Rezistența izolației a garniturilor în raport cu structurile metalice, trebuie să fie nu mai mică de 10 k Ω	1. Se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea 500-1000 V. 2. Starea manșoanelor izolatoare ale buloanelor de fixare ale suporturilor se verifică vizual.
Toate tipurile	Tijele între fazele separatoarelor și de legare la pământ	Tijele trebuie să aibă garnituri izolate sau alte elemente care să excludă formarea conturului scurtcircuitat	În cazul inspectării vizuale

Secțiunea 5

Inspectarea și verificarea dispozitivului de ventilare artificială a conductorului-bară

1065. Verificarea se efectuează conform instrucțiunii uzinei producătoare.

Secțiunea 6

Analiza de control a gazului la conținutul de hidrogen în conductorul-bară

1066. În cazul analizei se verifică conținutul de hidrogen în nodurile indicate. În rezervorul de ulei nu trebuie să fie urme de hidrogen. Conținutul de hidrogen în conductoarele-bare ecranate trebuie să fie nu mai mare de 1%.

CAPITOLUL XVII

CONDUCTOARE-BARE CU SF₆ LA TENSIUNEA 110-400 kV

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației circuitului primar

1067. Măsurările se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

1068. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de valorile prezentate în tabelul 91.

Secțiunea 2

Măsurările rezistenței circuitului primar

1069. Măsurările trebuie efectuate în conformitate cu schema măsurării rezistenței circuitului primar de curent, prezentată de producător în documentația de exploatare a conductoarelor-bare cu SF₆.

1070. Rezistența măsurată trebuie să nu depășească valorile maxime, admisibile în cazul încercărilor de primire-predare.

Secțiunea 3

Încercarea rigidității dielectrice a izolației la tensiune de frecvență industrială 50 Hz

1071. Izolația circuitelor primare ale conductoarelor-bare cu SF₆ trebuie supusă încercărilor cu tensiune alternativ înaltă după amenajare care implică izolația circuitelor primare.

1072. Încercările se efectuează în cazul presiunii nominale a SF₆/amestecului de gaze.

1073. Încercărilor sunt supuse toate celulele după amenajare.

1074. Încercările se efectuează cu ajutorul instalațiilor de încercări cu tensiune alternativă de frecvență industrială sau de tip rezonant-serie.

1075. Se admite efectuarea încercărilor cu tensiune de curent alternativ cu frecvență mai mică de 400 Hz.

1076. Mărimea și ordinea aplicării tensiunii de încercare, etapele și consecutivitatea încercării celulelor se determină de programa tehnică de încercări, elaborată și luată în considerare a prevederilor SM SR EN 50289-1-3 „Cabluri de comunicații. Specificații pentru metodele de încercare. Partea 1-3: Metode de încercări electrice. Rigiditate dielectrică” și cerințelor uzinei producătoare a conductoarelor-bare cu SF₆. Secțiunile, care în aceste cazuri nu sunt supuse încercărilor, separate de partea supusă încercării printr-un întrerupător sau separator, trebuie să fie legate la pământ.

Secțiunea 4

Controlul etanșării mantalelor

1077. Încercările trebuie efectuate la conductoarele-bare cu SF₆, umplute până la presiunea nominală cu același gaz și în aceleași condiții care se utilizează în procesul exploatarei.

1078. Controlul se efectuează cu ajutorul detectorului de scurgeri cu sensibilitatea nu mai mică de 10² Pa·cm³/s.

1079. Cu sonda detectorului de scurgeri se examinează locurile etanșărilor conexiunilor cap la cap și cusăturilor de sudare ale mantalelor.

1080. Rezultatul controlului se consideră satisfăcător dacă detectorul de scurgeri nu indică scurgeri.

1081. Controlul poate fi efectuat de asemenea cu ajutorul sistemelor staționare de control continuu/tructoare sau instalațiilor de termoviziune speciale.

Secțiunea 5

Verificarea conținutului de umiditate în SF₆

1082. Verificarea conținutului de umiditate în SF₆ se efectuează conform pct. 814-816.

Secțiunea 6

Verificarea cu manometre de control a presiunii de umplere cu SF₆ sau amestec de gaze a compartimentelor etanșe a conductorului-bară cu SF₆

1083. Verificarea cu manometrul de control a presiunii de umplere cu SF₆ sau amestec de gaze al compartimentelor etanșe al întrerupătorului cu SF₆ se efectuează conform pct. 818 și 819.

CAPITOLUL XVIII

CONDUCTOARE-BARE CU IZOLAȚIE DIN RĂȘINĂ TURNATĂ (SOLIDĂ) LA TENSIUNEA 6-35 kV

1084. Încercările se efectuează în volumul indicat în Secțiunile 1-3 al Capitolului XVI din prezentul Titlu.

CAPITOLUL XIX

BARE COLECTOARE, BARE DE CONEXIUNE ȘI BARE RIGIDE

1085. Barele se încearcă în următorul volum:

- 1) cu tensiunea mai mică de 1 kV – conform Secțiunilor 1, 3-5 din prezentul Capitol;
- 2) cu tensiunea mai mare de 1 kV – conform Secțiunilor 2-6 din prezentul Capitol.

1086. Dispozitivele de conexiune cu bulon trebuie să corespundă cerințelor SM SR EN 60998-2-1 „Dispozitive de conexiune pentru circuite de joasă tensiune pentru uz casnic și similar. Partea 2-1: Prescripții particulare pentru dispozitive de conexiune, ca părți separate, cu organe de strângere cu șurub”.

1087. Dispozitivele de conexiune fără bulon trebuie să corespundă cerințelor SM SR EN 60998-2-2 „Dispozitive de conexiune pentru circuite de joasă tensiune pentru uz casnic și similar. Partea 2-2: Prescripții particulare pentru dispozitive de conexiune, ca părți separate, cu organe de strângere fără șurub”.

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației a izolatoarelor din porțelan de suspensie și de suport

1088. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V numai în cazul temperaturii pozitive a aerului înconjurător.

1089. Rezistența izolației se măsoară nemijlocit înainte de instalarea izolatoarelor.

1090. Rezistența fiecărui izolator sau fiecărui element a izolatorului cu mai multe elemente trebuie să fie nu mai mică de 300 MΩ.

Secțiunea 2

Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

1091. Încercarea se efectuează la echipamentele cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1092. Încercarea izolației se efectuează în conformitate cu tabelul 86.

1093. Izolatoarele cu mai multe elemente sau de suspensie amenajate trebuie încercate cu tensiune mărită de 50 kV cu frecvență 50 Hz, aplicată fiecărui element al izolatorului.

1094. Durata încercării – 1 min.

Secțiunea 3

Verificarea calității executării legăturilor de contact prin bulon

1095. Selectiv se efectuează verificarea calității strângerii contactelor și deschiderea a 2-3% din legături.

1096. Măsurarea rezistenței legăturilor de contact trebuie efectuată selectiv la 2-3% din conexiuni.

1097. Legăturile de contact pentru curent mai mare de 1000 A se recomandă de efectuat în volum complet.

1098. Căderea de tensiune sau rezistența unui tronson de bară (0,7-0,8 m) în locul legăturii de contact trebuie să nu depășească nu mai mult de 1,2 ori căderea de tensiune sau rezistența tronsonului barei de aceeași lungime.

Secțiunea 4

Verificarea calității executării legăturilor de contact presate

1099. Legăturile de contact presate se rebutează dacă:

1) dimensiunile geometrice, lungimea și diametrul părții presate, nu corespund cerințelor instrucțiunilor de amenajare a clemelor de conexiune de acest tip;

2) pe suprafața conectorului sau clemei sunt prezente fisuri, urme a coroziunii și deteriorărilor mecanice;

3) curbura conectorului presat depășește 3% din lungimea acestuia;

4) miezul de oțel a conectorului presat e deplasat în raport cu poziția simetrică cu mai mult de 15% din lungimea tronsonului presat al conductorului.

1100. Este necesar de efectuat selectiv măsurarea rezistenței a 3-5% din legăturile de contact presate. Căderea de tensiune sau rezistența pe tronsonul de conexiune trebuie să nu depășească cu mai mult de 1,2 ori căderea de tensiune sau rezistența pe tronsonul conductorului de aceeași lungime.

Secțiunea 5

Controlul legăturilor de contact sudate

1101. Legăturile de contact sudate se rebutează dacă nemijlocit după efectuarea sudării vor fi depistate:

- 1) arsura firelor stratului exterior sau defectarea sudurii în cazul îndoirii conductoarelor legate;
- 2) cusătura de sudare în locul sudării cu a adâncime mai mare de 1/3 din diametrul conductorului.

Secțiunea 6

Încercarea izolatoarelor de trecere

1102. Încercarea se efectuează în corespundere cu Capitolul XXV din prezentul Titlu.

CAPITOLUL XX

BOBINE DE REACTANȚĂ USCATE LIMITATOARE DE CURENT

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației a înfășurărilor în raport cu buloanele de fixare

1103. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 1000-2500 V.

1104. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ.

Secțiunea 2

Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz a izolației de suport a bobinei de reactanță

1105. Încercarea se efectuează la echipamente cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1106. Tensiunea de încercare a izolației de suport a bobinei de reactanță complet asamblate se alege în conformitate cu tabelul 86.

1107. Durata aplicării tensiunii normate de încercare – 1 min.

1108. Încercarea izolației de suport a bobinelor de reactanță uscate cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz poate fi efectuată în comun cu izolatoarele barelor celulei.

CAPITOLUL XXI

FILTRE ELECTRICE

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației a înfășurărilor transformatorului al agregatului de alimentare

1109. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 1000-2500 V.

1110. Rezistența izolației înfășurărilor cu tensiunea 400/230 V împreună cu circuitele conectate la acestea trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

1111. Rezistența izolației a înfășurărilor de înaltă tensiune trebuie să fie nu mai mică de 50 MΩ la temperatura de 25°C sau trebuie să fie nu mai mică de 70% din valoarea indicată în pașaportul agregatului.

Secțiunea 2

Încercarea izolației circuitelor 400/230 V a agregatului de alimentare

1112. Încercarea izolației se efectuează la tensiunea 2 kV de frecvență industrială 50 Hz timp de 1 min.

1113. Elementele care funcționează la tensiunea mai mică de 60 V, trebuie să fie deconectate.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței izolației cablului de înaltă tensiune

1114. Rezistența izolației, măsurată cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V, trebuie să fie nu mai mică de 10 M Ω .

Secțiunea 4

Încercarea izolației al cablului de înaltă tensiune

1115. Încercarea se efectuează cu tensiunea 75 kV de curent continuu timp de 30 min.

Secțiunea 5

Încercarea uleiului de transformator

1116. Valorile limite admisibile a tensiunii de străpungere a uleiului: înainte de umplere – 40 kV, după – 35 kV, dacă alte cerințe nu sunt indicate în documentația tehnică/pașaportul uzinei producătoare.

1117. În ulei nu trebuie să se conțină urme de apă.

Secțiunea 6

Verificarea stării de bună funcționare a legăturii la pământ a elementelor echipamentului

1118. Se efectuează verificarea fiabilității fixării barelor de legare la pământ cu prizele de pământ și cu următoarele elemente ale echipamentului: electrozii de sedimentare, polul pozitiv al agregatului de alimentare, carcasa filtrului electric, carcasele transformatoarelor și motoarelor electrice, baza comutatoarelor, carcasele panourilor și tablourilor de comandă, învelișurile metalice ale cablurilor de înaltă tensiune, trapele pentru urcare, ușile cutiilor de izolatoare, cutiile manșoanelor de cablu, flanșele izolatoarelor și alte construcții metalice conform proiectului.

Secțiunea 7

Verificarea rezistenței instalațiilor de legare la pământ

1119. Rezistența prizei de pământ trebuie să fie nu mai mare de 4 Ω , iar rezistența tranzitorie a ILP, între conturul de legare la pământ și piesa echipamentului care necesită să fie legată la pământ – 0,05 Ω .

Secțiunea 8

Determinarea caracteristicilor volt-amperice

1120. Caracteristicile volt-amperice a filtrului electric se determină la aer și gaze de ardere conform indicațiilor tabelului 97.

Tabelul 97. Indicații cu privire la determinarea caracteristicilor filtrelor electrice

Obiectul încercat	Ordinea determinării caracteristicilor volt-amperice	Cerințele față de rezultatele încercărilor
1. Fiecare câmp-aer	Caracteristica volt-amperică se determină la mărirea lentă a tensiunii până la valoarea maximă cu intervale de modificare a sarcinii de curent de 5-10% de la valoarea nominală până la valoarea de pre-străpungere cu o viteză nu mai mare de 1 kV/s. Caracteristica se determină cu toate mecanismele de scuturare a electrozilor și exhaustoare de fum conectate în lucru neîntrerupt	Tensiunea de străpungere pe electrozi trebuie să fie nu mai mică de 40 kV la curentul nominal al coroanei timp de 15 min.
2. Toate câmpurile filtrului electric-aer	Idem	Caracteristicile determinate la începutul și la sfârșitul încercării de 24 ore nu trebuie să difere una de alta mai mult de 10%.
3. Toate câmpurile filtrului electric-gaze de ardere	Caracteristica volt-amperică se determină la mărirea lentă a tensiunii până la nivelul de pre-străpungere (ramura ascendentă) cu intervale de modificare a sarcinii de curent de 5-10% de la valoarea nominală (dar nu mai mare de 1 kV/s) și cu o micșorare lentă a tensiunii (ramura descendentă) cu aceleași intervale a sarcinii de curent. Caracteristica se ridică la sarcină nominală de abur a cazanului și mecanisme de scuturare a electrozilor conectate în lucru neîntrerupt	Caracteristicile determinate la începutul și la sfârșitul încercării de 72 de ore nu trebuie să difere una de alta mai mult de 10%.

CAPITOLUL XXII CONDENSATOARE

1121. Condensatoarele pentru majorarea factorului de putere și cu tensiunea mai mică de 1 kV se încercă conform Secțiunilor 1-4, 6 din prezentul Capitol. Condensatoarele pentru majorarea factorului de putere și cu tensiunea de 1 kV și mai mare se încercă conform Secțiunilor 1- 4, 6 din prezentul Capitol. Condensatoarele de telecomunicații, condensatoarele de preluare a puterii, condensatoarele pentru divizoare de tensiune se încercă conform Secțiunilor 1-5 din prezentul Capitol. Condensatoarele pentru protecția împotriva supratensiunilor și condensatoarele de compensare longitudinală se încercă conform Secțiunilor 1-4, 6 din prezentul Capitol.

1122. Încercările și măsurările condensatoarelor, cu excepția cazurilor pentru care sunt indicate alte cerințe, trebuie efectuate în condiții climaterice normale:

- 1) temperatura mediului ambiant nu mai mică de $25 \pm 10^\circ\text{C}$;
- 2) presiunea atmosferică 84-106,7 kPa;
- 3) umiditatea relativă a aerului mai mică de 80%.

Secțiunea 1 Măsurarea rezistenței izolației

1123. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

1124. Rezistența izolației nu se normează dar trebuie să fie nu mai mică de 100 M Ω .

Secțiunea 2 Verificarea stării condensatorului

1125. Se efectuează prin control vizual.

1126. În cazul depistării scurgerilor prin picurare sau altă formă al dielectricului lichid, condensatorul se rebutează indiferent de rezultatele altor încercări.

Secțiunea 3 Măsurarea rezistenței rezistorului de descărcare al condensatorului

1127. Rezistența rezistorului de descărcare trebuie să fie nu mai mare de 100 MΩ.

Secțiunea 4 Încercarea cu tensiune mărită

1128. Izolația se încearcă în raport cu carcasa, cu bornele condensatorului scurtcircuitate.

1129. Valoarea și durata aplicării tensiunii de încercare se reglementează de instrucțiunile uzinei producătoare.

1130. Tensiunile de încercare de frecvență industrială 50 Hz pentru diferite condensatoare sunt prezentate în tabelul 98.

Tabelul 98. Nivelul tensiunii de încercare pentru diferite condensatoare

Condensatoare pentru mărirea factorului de putere cu tensiunea nominală, kV	Tensiunea de încercare, kV
0,22	2,1
0,38	2,1
0,5	2,1
1,05	4,3
3,15	15,8
6,3	22,3
10,5	30,0
Condensatoare pentru protecția împotriva supratensiunilor de tipul:	
„CMM-20/3-0,107”	22,5
„KM2-10,5-24”	22,5-25,0

1131. Încercările cu tensiune de frecvență industrială 50 Hz pot fi înlocuite cu încercarea cu durata de 1 min. la tensiune redresată dublă față de tensiunea de încercare indicată.

Secțiunea 5 Măsurarea capacității

1132. Măsurarea capacității este obligatorie după încercarea condensatorului cu tensiune mărită și se efectuează pentru toate condensatoarele.

1133. Capacitatea măsurată trebuie să corespundă datelor de pașaport cu luarea în considerare a erorii de măsurare și datelor prezentate în tabelul 99.

Tabelul 99. Modificarea admisibilă a capacității condensatorului

Denumirea		Modificarea admisibilă a
-----------	--	--------------------------

		capacității măsurate a condensatorului în raport cu valoarea din pașaport, %
Condensatoare de telecomunicații, condensatoarele de preluare a puterii, condensatoarele de divizare		±5
Condensatoarele pentru majorarea factorului de putere și condensatoarele utilizate pentru protecția împotriva supratensiunii		±5
Condensatoarele de compensare longitudinală		+5 -10

Secțiunea 6 Măsurarea tgδ

1134. Măsurarea se efectuează la condensatoarele de telecomunicații, condensatoarele de preluare a puterii, condensatoarele pentru divizoare de tensiune.

1135. În cazul temperaturii de 20°C valoarea măsurată a tgδ trebuie să nu depășească 0,3%.

Secțiunea 7 Încercarea bateriilor condensatoarelor prin conectare triplă

1136. Încercarea se efectuează prin conectare triplă a bateriei de condensatoare la tensiunea nominală cu controlul valorilor curenților în faze.

1137. Curenții în faze nu trebuie să difere mai mult de 5%.

CAPITOLUL XXIII DESCĂRCĂTOARE CU REZISTENȚĂ VARIABILĂ ȘI LIMITATOARE DE SUPRATENSIUNI

1138. Încercările limitatoarelor de supratensiuni care nu sunt indicate în prezentul Capitol trebuie efectuate în corespundere cu instrucțiunea de exploatare a uzinei producătoare.

Secțiunea 1 Măsurarea rezistenței descărcătoarelor și limitatoarelor de supratensiuni

1139. Măsurarea se efectuează:

1) la descărcătoarele și limitatoarele de supratensiuni cu tensiunea nominală mai mică de 3 kV – cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V;

2) la descărcătoarele și limitatoarele de supratensiune cu tensiunea nominală de 3 kV și mai mare – cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1140. Rezistența descărcătoarelor de tipul „PBI”, „PBO”, „GZ” trebuie să fie nu mai mică de 1000 MΩ, iar pentru „PBH” trebuie să corespundă cerințelor uzinei producătoare.

1141. Rezistența elementelor descărcătoarelor de tipul „PBC” trebuie să corespundă cerințelor uzinei producătoare.

1142. Rezistența elementelor descărcătoarelor de tipul „PBM”, „PBPД”, „PBMГ”, „PBMK” trebuie să corespundă valorilor indicate în tabelul 100.

Tabelul 100. Valoarea rezistențelor descărcătoarelor cu rezistență variabilă

Tipul descărcătorului sau a elementului	Rezistența, MΩ	
	nu mai mică de	nu mai mare de
„PBM-3”	15	40
„PBM-6”	100	250
„PBM-10”	170	450
„PBM-15”	600	2000
„PBM-20”	1000	10000
„PBM-35” (cu 2 elemente)	600	2000
„PBPД-3”	95	200
„PBPД-6”	210	940
„PBPД-10”	770	5000
Elementul descărcătorului de tipul „PBMГ”		
110M	400	2500
150M	400	2500
220M	400	2500
330M	400	2500
400	400	2500
Elementul principal al descărcătorului „PBMK-330”	150	500
Elementul cu rezistență variabilă al descărcătorului „PBMK-330”	0,010	0,035
Elementul eclator al descărcătorului „PBMK-330”	600	1000

1143. Rezistența imitatorului capacității de pătrundere se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea 1000 V. Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere mai mult de 50% de rezultatele măsurărilor uzinei producătoare.

1144. Rezistența limitatoarelor de supratensiuni cu tensiunea nominală de 110 kV și mai mare trebuie să fie nu mai mică de 3000 MΩ și nu trebuie să difere mai mult de ±30% față de datele prezentate în pașaport.

1145. Rezistența izolației ale bazelor izolate a descărcătoarelor cu registratoare de declanșare se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V. Valoarea rezistenței măsurate a izolației trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

1146. Rezistența limitatoarelor de supratensiune cu tensiunea nominală mai mică de 3 kV trebuie să fie nu mai mică de 1000 MΩ, dacă nu se specifică o altă valoare de către uzina producătoare.

1147. Pentru limitatoare de supratensiune de 0,4-0,69 kV rezistența normată este cuprinsă între 0,8 până la 30 MΩ.

1148. Rezistența limitatoarelor de supratensiune cu tensiunea nominală de 3-35 kV trebuie să corespundă instrucțiunilor uzinei producătoare.

1149. Rezistența limitatoarelor de supratensiune cu tensiunea nominală de 110 kV și mai mare trebuie să fie nu mai mică de 3000 MΩ, dacă altă normă nu se indică în instrucțiunea uzinei producătoare și nu trebuie să difere mai mult de ±30% de la valorile prezentate în pașaport.

Secțiunea 2

Măsurarea curentului de conducție a descărcătoarelor cu rezistență variabilă în cazul tensiunii redresate

1150. Măsurarea se efectuează la descărcătoarele cu rezistențe de șuntare.

1151. În cazul lipsei indicațiilor uzinei producătoare, curenții de conducție trebuie să corespundă datelor prezentate în tabelul 101.

Tabelul 101. Curenții de conducție admisibili ai descărcătoarelor cu rezistență variabilă în cazul tensiunii redresate

Tipul descărcătorului sau elementului	Tensiunea redresată de încercare, kV	Curentul de conducție la temperatura descărcătorului de 20 °C, μA	
		nu mai mic	nu mai mare
„PBII”, „PBO-10”	10	-	10
„PBC-15”	16	200	340
„PBC-15”*	16	200	340
„PBC-20”	20	200	340
„PBC-20”*	20	200	340
„PBC-33”	32	450	620
„PBC-35”	32	200	340
„PBC-35”*	32	200	340
„PBM-3”	4	380	450
„PBM-6”	6	120	220
„PBM-10”	10	200	280
„PBM-15”	18	500	700
„PBM-20”	28	500	700
„PBЭ-25M”	28	400	650
„PBMЭ-25”	32	450	600
„PBPД-3”	3	30	85
„PBPД-6”	6	30	85
„PBPД-10”	10	30	85
Elementul descărcătorului „PBMK-110M”, „PBMK-150M”, „PBMK-220M”, „PBMK-330M”, „PBMK-400”	30	1000	1350
Elementul principal al descărcătorului „PBMK-330”	18	1000	1350

Elementul eclator al descărcătorului „PBMK-330”	28	900	1300
---	----	-----	------

Notă: *Descărcătoare pentru rețelele/circuitele electrice cu neutrul izolat cu compensarea curentului capacitativ de punere la pământ.

Pentru raportarea curenților de conducție a descărcătoarelor la temperatura de plus 20°C trebuie efectuată o corecție egală cu 3% pentru fiecare 10 grade de abatere, în cazul temperaturii mai mari de 20°C corecția este negativă.

Secțiunea 3

Măsurarea curentului de conducție a limitatoarelor de supratensiune

1152. În cazul limitatoarelor de supratensiune cu tensiunea nominală de 6-10 kV, la aplicarea celei mai mari tensiuni de lucru, curentul de conducție trebuie să fie nu mai mare de 1 mA.

1153. Măsurarea curentului de conducție a limitatoarelor de supratensiune se efectuează:

1) pentru limitatoarele cu clasa de tensiune 3-110 kV la aplicarea valorii maxime admisibile a tensiunii de fază pe durata cea mai lungă;

2) pentru limitatoarele cu clasa de tensiune de 150, 220, 330, 400 kV la tensiunea 100 kV cu frecvență 50 Hz. Pentru limitatoarele de supratensiune 220 kV se admite măsurarea curentului de conducție la tensiunea 75 kV cu frecvență 50 Hz.

1154. Valorile admisibile ai curenților de conducție ale limitatoarelor de supratensiune trebuie să corespundă instrucțiunii uzinei producătoare.

Secțiunea 4

Verificarea elementelor ce fac parte din completul dispozitivului pentru măsurarea curentului de conducție al limitatorului de supratensiune sub tensiunea de lucru

1155. Verificarea rigidității electrice a bornei izolate se efectuează pentru limitatoare de supratensiuni de tipul „ОПН-330” înainte de punere în funcțiune.

1156. Verificarea se efectuează prin ridicarea lină a tensiunii de frecvență 50 Hz până la 10 kV fără temporizare.

1157. Verificarea rezistenței dielectrice a izolatorului de tipul „ОФР-10-750” se efectuează cu tensiunea 24 kV de frecvență 50 Hz timp de 1 min.

1158. Măsurarea curentului de conducție al rezistorului de protecție se efectuează în cazul tensiunii 0,75 kV de frecvență 50 Hz. Valoarea curentului trebuie să se afle în limitele de 1,8-4 mA.

CAPITOLUL XXIV

SIGURANȚE FUZIBILE, SEPARATOARE CU SIGURANȚE FUZIBILE CU TENSIUNEA MAI MARE DE 1000 V

Secțiunea 1

Încercarea izolației de suport cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

1159. Încercarea se efectuează la echipamentele cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1160. Tensiunea de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1161. Durata aplicării tensiunii normate de încercare – 1 min.

Secțiunea 2

Verificarea integrității elementului fuzibil

1162. Se verifică:

- 1) cu ohmmetrul – integritatea elementului fuzibil;
- 2) vizual – prezența marcajului pe bușon și corespunderea curentului datelor din proiect.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu a părții active al bușonului separatorului cu siguranțe fuzibile

1163. Valoarea măsurată a rezistenței trebuie să corespundă valorii indicate de uzina producătoare.

Secțiunea 4

Măsurarea forței de acționare în contactele detașabile ale separatorului cu siguranțe fuzibile

1164. Valoarea măsurată a forței de acționare trebuie să corespundă valorilor indicate de uzina producătoare.

Secțiunea 5

Verificarea stării părții de stingere a arcului electric al bușonului separatorului cu siguranțe fuzibile

1165. Se măsoară diametrul interior a părții de stingere a arcului electric al bușonului separatorului cu siguranțe fuzibile.

1166. Valoarea măsurată al diametrului interior a părții de stingere a arcului electric al bușonului trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 6

Verificarea funcționării separatorului cu siguranțe fuzibile

1167. Se efectuează 5 cicluri de operațiuni de conectare și deconectare al separatorului cu siguranțe fuzibile.

1168. Fiecare operațiune trebuie să fie cu succes dintr-o încercare.

CAPITOLUL XXV

RACORDURI ȘI IZOLATOARE DE TRECERE

1169. Încercarea racordurilor de 35-400 kV cu izolație RIP, RBP, RIN se efectuează conform pașaportului uzinei producătoare. Parametrii normați sunt stabiliți cu pașapoartele și instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 1 Măsurarea rezistenței izolației

1170. Se efectuează încercarea rezistenței izolației condensatorului de măsurare „ПИН” (C₂) cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, iar ale ultimelor straturi de izolație (C₃) cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, dacă nu există alte indicații ale uzinei producătoare.

1171. Valorile rezistenței izolației la punerea în funcțiune trebuie să fie nu mai mică de 1000 MΩ.

1172. Pentru racordurile cu izolație solidă, măsurările rezistenței izolației se efectuează conform recomandărilor instrucțiunii uzinei producătoare.

1173. Măsurarea rezistenței izolației racordurilor transformatoarelor de putere trebuie efectuată cu luarea în considerare a cerințelor Capitolului V Secțiunea 5 Subsecțiunea 1.

Secțiunea 2 Măsurarea tgδ și capacității izolației

1174. Se efectuează măsurarea tgδ și capacității:

- 1) izolației de bază a racordurilor la tensiunea de 10 kV;
- 2) izolației condensatorului de măsurare „ПИН” (C₂) și/sau ultimelor straturi de izolație (C₃) la o tensiune de 5 kV (3 kV pentru racorduri fabricate în conformitate cu SM SR EN 61071 „Condensatoare pentru electronica de putere”), dacă uzina producătoare nu interzice măsurarea C₃;
- 3) măsurarea C₃ și tgδ₃ pentru izolația RIP nu se efectuează pentru a evita deteriorarea racordului.

1175. Valorile limită ale tgδ sunt prezentate în tabelul 102.

Tabelul 102. Valorile limită ale tgδ pentru racorduri

Tipul și zona izolației a racordului	Valorile limită tgδ, %, pentru racorduri cu tensiunea nominală, kV			
	35	110-150	220	330-400
Izolație din hârtie impregnată cu ulei al racordului:				
- izolația de bază (C1) și izolația condensatorului „ПИН” (C2);	-	0,7	0,6	0,6
- ultimele straturi ale izolației (C3).	-	1,2	1,0	0,8
Izolație solidă a racordului umplut cu ulei *:				
- izolație de bază (C1).	1,0	1,0	-	-
Izolația din hârtie-bachelită al racordului cu umplutură de mastică:				
- izolație de bază (C1).	3,0	-	-	-
RIP – izolația racordurilor *:				
- izolație de bază (C1).	1	0,7		

Notă: *Conform documentației uzinei producătoare.

1176. Creșterea maxim admisibilă a capacității izolației de bază constituie 5% din valoarea măsurată la uzina producătoare.

1177. Valorile tgδ, raportare la temperatura de 20°C, se normează.

1178. Raportarea se efectuează în conformitate cu instrucțiunea de exploatare a racordului.

Secțiunea 3

Încercare cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

1179. Încercarea este obligatorie pentru racorduri și izolatoare de trecere cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1180. Tensiunea de încercare pentru izolatoarele de trecere și racorduri, care se încearcă separat sau după instalare în ID, se alege în conformitate cu tabelul 86.

1181. Încercarea racordurilor instalate la transformatoarele de putere se efectuează în comun cu încercarea înfășurărilor acestor transformatoare de putere. Valoarea tensiunii de încercare se alege în conformitate cu tabelul 86.

1182. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Secțiunea 4

Verificarea cu presiune relativă

1183. Verificarea se efectuează la racorduri neermetice umplute cu ulei cu tensiunea mai mare de 110 kV prin crearea în acestea a presiunii relative a uleiului de 0,1 MPa.

1184. Durata încercării – 30 min.

1185. În cazul încercării nu trebuie să fie prezente semne de scurgeri al uleiului.

1186. În timpul încercării se admite micșorarea presiunii nu mai mare de 5 kPa.

Secțiunea 5

Încercarea uleiului din racorduri

1187. Se efectuează încercarea uleiului turnat conform indicilor 1-6 din tabelul 104.

1188. Nu se efectuează încercarea uleiului la racorduri ermetice.

CAPITOLUL XXVI

IZOLATOARE DE SUSPENSIE ȘI DE SUPORT

1189. Condițiile climatice la efectuarea încercărilor trebuie să fie următoare:

- 1) temperatura aerului – de la +10°C până la +40°C;
- 2) umiditatea relativă a aerului de la 45% până la 80%;
- 3) presiunea atmosferică de la 84 kPa până la 106 kPa.

1190. Nu este obligatorie încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz a izolatoarelor de suport cu tijă.

1191. Nu se efectuează încercările electrice ale izolatoarelor de suspensie din sticlă. Controlul stării acestora se efectuează prin inspectare vizuală exterioară.

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor de suspensie și izolatoarelor cu mai multe elemente

1192. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea 2500 V.

1193. Verificarea izolatoarelor trebuie efectuată nemijlocit înainte de instalare în ID și la LEA.

1194. Rezistența izolației a fiecărui izolator de suspensie din porțelan sau al fiecărui element al izolatorului cu tijă trebuie să fie nu mai mică de 300 MΩ.

Secțiunea 2 Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

Subsecțiunea 1 Încercarea izolatoarelor suport cu un singur element

1195. Pentru izolatoare instalate în încăperi și în exteriorul acestora valoarea tensiunii de încercare este prezentat în tabelul 103.

1196. Durata aplicării tensiunii normate de încercare – 1 min.

Tabelul 103. Tensiunea de încercare a izolatoarelor suport cu un singur element

Izolatoarele supuse încercării	Tensiunea de încercare, kV, pentru tensiunea nominală a instalației electrice, kV					
	3	6	10	15	20	35
Izolatoarele încercate separat	25	32	42	57	68	100
Izolatoarele instalate în circuitele barelor și aparatelor	24	32	42	55	65	95

Subsecțiunea 2 Încercarea izolatoarelor suport cu mai multe elemente și izolatoarelor de suspensie

1197. Izolatoarele de suport cu tijă și de suspensie nou instalate trebuie încercate cu tensiunea 50 kV, aplicată la fiecare element al izolatorului.

1198. Se admite de a nu efectua încercarea izolatoarelor de suspensie.

1199. Durata aplicării tensiunii normate de încercare – 1 min.

CAPITOLUL XXVII ULEI DE TRANSFORMATOR

Secțiunea 1 Analiza uleiului înainte de turnare în echipament

1200. Fiecare partidă de ulei de transformator proaspăt livrat de uzina producătoare înainte de turnare în echipament trebuie supusă încercărilor conform indicilor prezentați în tabelul 104.

1201. Valorile indicilor primite în cadrul încercărilor trebuie să fie nu mai rele de cele prezentate în tabelul 104.

Secțiunea 2 Analiza uleiului înainte de conectarea echipamentului

1202. Uleiul preluat din echipament înainte de conectarea acestuia sub tensiune după amenajare, se supune analizei în volum redus, care este specificat în Capitolele corespunzătoare ale prezentului Titlu și indicațiilor uzinei producătoare.

Tabelul 104. Cerințe față de calitatea uleiurilor noi, pregătite pentru umplerea echipamentelor electrice noi

№	Indicele de calitate a uleiului și numărul standardului pentru metoda de încercare	Categoría echipamentelor electrice	Valoarea maximă admisibilă a indicelui de calitate a uleiului		Notă
			Înainte umplerii în echipamente electrice	După umplerea echipamentelor electrice	
1	Tensiunea de străpungere conform SM EN IEC 60664-1 „Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune. Partea 1: Principii, prescripții și încercări”, kV, nu mai mică de	Echipament electric:			Se admite terminarea conform SM SR EN 60156 „Lichide electroizolante. Determinarea tensiunii de străpungere la frecvență industrială. Metodă de încercare”. Dacă coeficientul de variație calculat conform SM EN IEC 60664-1 „Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune. Partea 1: Principii, prescripții și încercări” depășește 20%, atunci rezultatul încercării este nesatisfăcător.
		cu tensiunea mai mică de 15 kV	30	25	
		cu tensiunea mai mare de 15 kV și mai mică de 35 kV	35	30	
		cu tensiunea mai mare de 35 kV și mai mică de 150 kV	60	55	
		cu tensiunea mai mare de 150 kV și mai mică de 400 kV	65	60	
2	Indice de aciditate conform SM EN 62021-1 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 1: Titrare potențiometrică automată”, mg KOH/g ulei, nu mai mare de*	Echipament electric:			Se admite determinarea conform SM EN 62021-1 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 1: Titrare potențiometrică automată”.
		cu tensiunea mai mică de 35 kV	0,02	0,02	
		cu tensiunea mai mare de 35 kV	0,01	0,01	
3	Punctul de inflamabilitate într-un creuzet închis în conformitate cu SM SR EN ISO 2719	Echipamente electrice de toate tipurile și clasele de tensiune	135	135	În cazul utilizării uleiului special pentru întrerupătoare, valoarea acestui indice se determină de standardul pentru marca de ulei.

	„Determinarea punctului de inflamabilitate. Metoda Pensky-Martens cu vas închis”, °C, nu mai mică de				Se admite determinarea conform SM SR EN ISO 2719 „Determinarea punctului de inflamabilitate. Metoda Pensky-Martens cu vas închis”.
4	Conținut de umiditate conform SM EN 60814 „Lichide electroizolante. Cartoane și hârtii impregnate cu ulei. Determinarea conținutului de apă prin titrare coulometrică automată Karl Fischer”, % masă (mg/kg, g/t), nu mai mare de *	Transformatoare cu protecție folie sau azot, racorduri ermetice umplute cu ulei, transformatoare de măsurare ermetice	0,001 (10)	0,001 (10)	Se admite determinarea conform GOST 7822-75 sau metodei cromatografice sau conform metodei stabilite de către personalul de conducere al întreprinderii electroenergetice.
		Transformatoare de putere și măsurare fără protecție specială a uleiului, racorduri neermetice umplute cu ulei	0,0015 (15)	0,0015 (15)	
5	Conținutul de impurități mecanice conform SM EN 12662, %, (clasa de puritate industrială conform SM ISO 4406 „Acționări hidraulice. Fluide. Metoda de codificare a nivelului de poluare cu particule solide”, nu mai mare)	Echipamente electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV	Absență (10)	Absență (11)	Se admite determinarea acestui indice conform SM ISO 4407 „Acționări hidraulice. Poluarea fluidelor. Determinarea poluării cu particule prin metoda de numărare cu ajutorul unui microscop optic” și SM ISO 4406 „Acționări hidraulice. Fluide. Metoda de codificare a nivelului de poluare cu particule solide”.
		Înterupătoare de circuit ulei indiferent de clasa de tensiune	Absență (12)	Absență (12)	
	Clasa de puritate industrială conform SM ISO 4406 „Acționări hidraulice. Fluide. Metoda de codificare a nivelului de poluare cu particule solide”, nu mai mare de	Echipamente electrice cu tensiunea mai mare de 35 kV și mai mică de 400 kV	8	9	

					conform valorii clasei fracției cu cea mai mare valoare.
6	Tgδ la 90°C în conform SM EN IEC 60664-1 „Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune. Partea 1: Principii, prescripții și încercări”, %, nu mai mare de **	Transformatoare de putere și de măsurare 35 kV	1,7	2,0	Proba de ulei nu se supune unei prelucrări suplimentare. Se admite terminarea conform EN 60247 „Lichide electroizolante. Măsurarea permitivității relative, a factorului de pierderi dielectrice (tanδ) și a rezistivității în curent continuu”.
		Transformatoare de putere și de măsurare cu tensiunea 35 kV și mai mică de 400 kV, racorduri umplute cu ulei de 35 kV și mai mare	0,5	0,7	
7	Conținutul de acizi și baze solubile în apă conform SM ISO 6618 „Produse petroliere și lubrifianți. Determinarea indicelui de acid sau bază. Metoda titrării cu indicator de culoare”, pH-ul extractului apos, nu mai mic de ***	Echipamente electrice de toate tipurile și clasele de tensiune	6,0	6,0	Este posibilă determinarea calitativă cu indicator.
8	Conținutul aditivului antioxidant „АГИДОЛ-1” (2,6-di-terț-butil-4-metilfenol sau ionol) conform SM EN 60666 „Detectarea și dozarea aditivilor antioxidanți specifici prezenți în uleiuri electroizolante”, % masă, nu mai mic de	Transformatoare de putere și de măsurare cu tensiunea 35 kV și mai mare, racorduri umplute cu ulei cu tensiunea 110 kV și mai mare	0,20	Reducere nu mai mare de 10% de la valoarea inițială până la umplere	Se admite determinarea conform metodei stabilite de către personalul de conducere a întreprinderii electroenergetice.
9	Conținut de gaz, % din	Transformatoare protejate cu folie,	0,5	1,0	Se admite determinarea conform

	volum, nu mai mare de	racorduri ermetice umplute cu ulei			metodei stabilite de către personalul de conducere a întreprinderii electroenergetice. Norma până la umplerea echipamentului nu este rebut, determinarea este obligatorie.
10	Stabilitate la oxidare conform SM EN ISO 4263-1 „Petrol și produse înrudite. Determinarea comportării la îmbătrânire a fluidelor și uleiurilor aditivate. Încercare TOST. Partea 1: Procedura pentru uleiuri minerale”: indicele de aciditate a uleiului oxidat, mg KOH/g ulei, nu mai mare de; conținut de sedimente, % masă, nu mai mare de	Transformatoare de putere și măsurare, racorduri umplute cu ulei de 110 kV și peste	În conformitate cu cerințele standardului pentru o anumită marcă de ulei, permis pentru utilizare în acest echipament		Pentru uleiul nou, se admite determinarea conform SM EN IEC 61125 „Lichide electroizolante. Metode de încercare pentru stabilitatea la oxidare. Metodă de încercare pentru evaluarea stabilității la oxidare a lichidelor electroizolante în stare de livrare”.

Notă: *Conținutul de umiditate din transformatoarele de putere și măsurare fără protecții speciale ale uleiului, racorduri neermetice umplute cu ulei, la decizia personalului de conducere al întreprinderii electroenergetice, poate fi stabilit nu mai mare de 0,002 (20) pentru uleiurile de mărcile „T-750”, „T-1500”, „TKP” și „TCn”/„TCO”, iar pentru întrerupătoarele cu ulei – lipsa acesteia.

**Se admite utilizarea, pentru umplerea transformatoarelor de putere cu tensiunea mai mică de 35 kV, a uleiului de transformator „TKP” conform TU-38.101.980-81 și „TKP” conform TU 38.401.584992, precum și amestecurile acestora cu alte uleiuri proaspete, dacă valoarea tgδ la 90°C nu depășește 2,2% până la umplere și 2,6% după umplere, iar al indicelui de aciditate – 0,02 mg KOH/g, și numai în cazul corespunderii totale a celorlalți indici de calitate cu cerințele din tabelul 104.

***Pentru uleiul cu aditiv dezactivant, pH-ul poate fi mai mare de 8,0 și nu reprezintă un motiv de rebutare.

CAPITOLUL XXVIII
APARATE ELECTRICE, CIRCUITE SECUNDARE ȘI SISTEME DE POZARE CU
TENSIUNEA MAI MICĂ DE 1000 V

1203. Aparatele electrice și circuitele secundare ale schemelor de protecție, de comandă, de semnalizare și de măsurare se încearcă în volumul prevăzut de prezentul Capitol.

1204. Sistemele de pozare cu tensiunea mai mică de 1000 V de la punctele de distribuție până la receptoarele electrice se încearcă conform Secțiunii 1 din prezentul Capitol.

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

1205. Valorile admisibile ale rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mici decât cele prezentate în tabelul 105.

Tabelul 105. Valorile admisibile ale rezistenței izolației

Elementul încercat	Tensiunea megohmmetrului, V	Cea mai mică valoare admisibilă a rezistenței izolației, MΩ
1. Bare de curent continuu pe panourile de comandă și în ID în cazul circuitelor deconectate	1000-2500	10
2. Circuite secundare ale fiecărei conexiuni și circuite de alimentare a mecanismelor de acționare a întrerupătoarelor și separatoarelor ¹⁾	1000-2500	1
3. Circuite de comandă, de protecție, de automatizare și de măsurare, precum și circuite de excitație ale mașinilor de curent continuu conectate la circuitele de putere	1000-2500	1
4. Circuite secundare și elemente în cazul alimentării de la o sursă separată sau printr-un transformator de separare, dimensionate la tensiunea de lucru de 60 V și mai mică ²⁾	500	0,5
5. Rețele de iluminat și circuitele de putere, sisteme de pozare ³⁾	1000	0,5
6. ID ⁴⁾ , tablouri de distribuție și conductoare-bare	1000-2500	0,5

Notă: ¹⁾Măsurarea se efectuează cu toate aparatele conectate: bobinele mecanismelor de acționare, contactoare, demaroare, întrerupătoare de automate, relee, dispozitive, înfășurările secundare ale transformatoarelor de curent și de tensiune etc.

²⁾Trebuie să fie luate măsuri pentru prevenirea deteriorării dispozitivelor, în special a elementelor microprocesoare, microelectronice și semiconductoare.

³⁾Rezistența izolației se măsoară între fiecare conductor și pământ, precum și între fiecare două conductoare.

⁴⁾Rezistența izolației se măsoară pentru fiecare secție a ID.

Secțiunea 2

Încercare cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

1206. Tensiunea de încercare pentru circuitele secundare ale schemelor de protecție, de comandă, de semnalizare și de măsurare cu toate aparatele conectate (întrerupătoare automate, demaratoare magnetice, contactoare, relee, dispozitive) este de 1000 V.

1207. Durata aplicării tensiunii normale de încercare – 1 min.

1208. Nu se încearcă cu tensiunea 1000 V de frecvență 50 Hz:

- 1) circuitele secundare dimensionate pentru tensiunea de lucru mai mică de 60 V;
- 2) circuitele cu dispozitive microelectronice, cu microprocesoare.

Secțiunea 3

Încercarea buclei de defect ale rețelelor/circuitelor de putere, sistemelor de pozare și rețelelor de iluminat

1209. Încercarea se efectuează în corespundere cu cerințele Capitolului XXX, Secțiunea 4 din prezentul Titlu.

Secțiunea 4

Verificarea acționării întrerupătoarelor automate

Subsecțiunea 1

Verificarea rezistenței izolației

1210. Verificarea se efectuează la întrerupătoare cu curentul nominal mai mare de 400 A.

1211. Valoarea rezistenței izolației – 1 MΩ.

Subsecțiunea 2

Verificarea acționării disjunctoarelor

1212. Se verifică funcționarea declanșatorului cu acționare instantanee.

1213. Întrerupătorul trebuie să acționeze în cazul curentului nu mai mare de 1,1 a limitei superioare a curentului de acționare a întrerupătorului indicat de uzina producătoare.

1214. În instalații electrice executate conform cerințelor Titlului VI, se verifică toate întrerupătoarele de intrare și de secționare, întrerupătoarele circuitelor iluminatului de avarie, semnalizării de incendiu și sistemului automat de stingere al incendiului, precum și cel puțin de 2% din întrerupătoarele circuitelor de distribuție și terminale.

1215. În alte instalații electrice se încearcă toate întrerupătoarele de intrare și de secționare, întrerupătoarele circuitelor iluminatului de avarie, semnalizării de incendiu și sistemului automat de stingere al incendiului, precum și nu mai puțin de 1% din celelalte întrerupătoare.

1216. Verificarea se efectuează în corespundere cu indicațiile uzinei producătoare.

1217. În cazul depistării întrerupătoarelor, care nu corespund cerințelor stabilite, suplimentar se verifică un număr dublu de întrerupătoare.

Secțiunea 5

Verificarea funcționării întreruptoarelor automate și contactoarelor în cazul tensiunii reduse și nominale a curentului operativ

1218. Valoarea tensiunii de acționare și numărul operațiilor în cazul încercărilor întrerupătoarelor automate și contactoarelor prin conectări și deconectări multiple sunt prezentate în tabelul 106.

Tabelul 106. Încercarea contactoarelor și întrerupătoarelor automate prin conectări și deconectări multiple

Operația	Tensiunea pe barele de curent operativ	Numărul operațiilor
Conectare	$0,9 \cdot U_{nom}$	5
Deconectare	$0,8 \cdot U_{nom}$	5

Secțiunea 6

Verificarea siguranțelor fuzibile, separatoarelor cu siguranțe fuzibile

1219. Elementul fuzibil a siguranței trebuie să fie calibrat.

1220. Apăsarea de contact în contactele separatorului cu siguranță fuzibilă trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare și cu cea măsurată în cazul recepției.

1221. Verificarea funcționării separatorului cu siguranță fuzibilă se efectuează prin executarea a 5 cicluri de conectare-deconectare.

Secțiunea 7

Verificarea dispozitivelor de protecție la curent diferențial rezidual

1222. Dispozitivele de protecție la curent diferențial rezidual se verifică în corespundere cu indicațiile uzinei producătoare.

Secțiunea 8

Verificarea aparatului de releu

1223. Verificarea releelor de protecție, de comandă, de automatizări și de semnalizare și altor dispozitive se efectuează în corespundere cu indicațiile uzinei producătoare.

1224. Limitele acționării releelor conform reglajelor de lucru trebuie să corespundă datelor de calcul.

Secțiunea 9

Verificarea corectitudinii funcționării schemelor complet asamblate în cazul diferitor valori ale curentului operativ

1225. Toate elementele ale schemei trebuie să funcționeze în mod fiabil, în ordinea prevăzută de proiect, la valorile curentului operativ prezentate în tabelul 107.

Tabelul 107. Tensiunea curentului operativ la care trebuie să fie asigurată funcționarea în mod fiabil a schemelor

Obiectul încercat	Tensiunea curentului operativ,	Notă
-------------------	--------------------------------	------

	% din curentul operativ	
Scheme de protecție și de semnalizare în instalații cu tensiunea mai mare de 1 kV	80, 100	-
Scheme de comandă în instalații cu tensiunea mai mare de 1 kV: încercarea la conectare	90, 100	-
Idem, dar la deconectare	80, 100	-
Scheme cu relee și contactoare în instalații cu tensiunea mai mică de 1 kV	90, 100	Nu se efectuează verificarea funcționării la tensiune micșorată pentru scheme simple buton-demaror magnetic
Scheme fără contact, pe elemente logice	85, 100, 110	Tensiunea se modifică la intrarea în sursa de alimentare

CAPITOLUL XXIX BATERII DE ACUMULATOARE

Secțiunea 1 Măsurarea rezistenței izolației

1226. Măsurarea se efectuează cu un voltmetru, rezistența internă a voltmetrului trebuie să fie cunoscută cu exactitate, clasa de precizie nu mai mică de 1.

1227. În cazul sarcinii scoase complet trebuie să fie măsurată tensiunea bateriei la borne și între fiecare bornă și pământ.

1228. Rezistența izolației R_x se calculează conform formulei:

$$R_x = R_q \left(\frac{U}{U_1 + U_2} - 1 \right),$$

unde R_q este rezistența internă al voltmetrului;

U – tensiunea la bornele bateriei;

U_1 și U_2 – tensiunea între borna pozitivă și pământ și între borna negativă și pământ.

1229. Rezistența izolației bateriei trebuie să fie nu mai mică de valorile indicate în tabelul 108.

Tabelul 108. Rezistența izolației bateriei

Tensiunea nominală, V	24	48	110	220
Rezistența, kΩ	60	60	60	150

Secțiunea 2 Verificarea capacității bateriei de acumuloare

1230. Acumuloarele încărcate complet se descarcă cu curentul regimului de 3 sau 10 ore.

1231. Capacitatea bateriei de acumuloare, raportată la temperatura de +25°C, trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 3 Verificarea densității electrolitului

1232. Densitatea electrolitului al fiecărui element la sfârșitul încărcării și descărcării bateriei trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

1233. Temperatura electrolitului în cazul încărcării trebuie să fie nu mai mare de +40°C.

1234. Densitatea electrolitului cu temperatura, care diferă de +20°C, se raportează la densitatea în cazul +20°C cu luarea în calcul a gradientului de temperatură a densității 0,0007 g/cm³, dacă altă valoare nu este indicată de uzina producătoare, conform formulei:

$$\rho_{20} = \rho_{tm} + 0,0007 \cdot (t_m - 20^\circ\text{C});$$

unde: ρ_{20} este densitatea electrolitului în cazul temperaturii acestuia plus 20°C, g/cm³;

ρ_{tm} – densitatea electrolitului în cazul temperaturii la momentul măsurării, t_m g/cm³;

t_m – temperatura la momentul măsurării, °C.

Secțiunea 4 Analiza chimică a electrolitului

1235. Acidul sulfuric, destinat pentru pregătirea electrolitului, trebuie să fie de calitate superioară.

1236. Cerințele pentru acidul sulfuric și electrolitul pentru bateriile de acumuloare sunt prezentate în tabelul 109.

Tabelul 109. Norme privind caracteristicile acidului sulfuric și electrolitului pentru bateriile de acumuloare

Indice	Norme pentru acidul sulfuric de calitate superioară	Norme pentru electrolit (acid proaspăt diluat pentru turnarea în baterii de acumuloare)
1. Aspectul exterior	Transparent	Transparent
2. Intensitatea culorii (se determină prin metoda colorimetrică), ml	0,6	0,6
3. Densitatea la temperatura de 20°C, g/cm ³	1,83-1,84	1,18±0,005
4. Conținutul de fier, %, nu mai mare de	0,005	0,006
5. Conținutul de reziduuri non-volatile după încălzirea la roșu, %, cel mult	0,02	0,03
6. Conținutul oxizilor de azot, %, cel mult	0,00003	0,00005
7. Conținutul arsenicului, %, cel mult	0,00005	0,00005
8. Conținutul de compuși clorurați, %, cel mult	0,0002	0,0003
9. Conținutul manganului, %, cel mult	0,00005	0,00005
10. Conținutul cuprului, %, cel mult	0,0005	0,0005
11. Conținutul de substanțe care restabilesc permanganatul de potasiu, ml	4,5	-

0,01 N soluției KMnO ₄ , cel mult		
12. Conținutul sumei metalelor grele în raport cu plumbul, %, cel mult	0,01	-

Secțiunea 5 **Măsurarea tensiunii la elemente**

1237. Tensiunea elementelor rămase la sfârșitul descărcării nu trebuie să difere cu mai mult de 1-1,5% din tensiunea medie a celorlalte elemente, iar numărul elementelor rămase trebuie să nu depășească 5% din numărul total.

1238. Tensiunea la sfârșitul descărcării trebuie să corespundă cerințelor instrucțiunii uzinei producătoare.

CAPITOLUL XXX **INSTALAȚII DE LEGARE LA PĂMÂNT**

Secțiunea 1 **Verificarea executării elementelor instalației de legare la pământ**

1239. Verificarea executării constructive al ILP la IDD ale centralelor electrice și ale stațiilor electrice se efectuează după amenajare, înainte de acoperire cu pământ și conectarea prizelor de pământ naturale și elementelor legate la pământ.

1240. Secțiunile transversale și conductibilitatea elementelor ILP trebuie să corespundă cerințelor Normativului.

Secțiunea 2 **Verificarea conexiunii între prizele de pământ și elementele legate la pământ, precum și între prizele de pământ naturale și instalația de legare la pământ**

1241. Verificarea se efectuează prin ciocănirea locurilor conexiunilor cu un ciocan și inspectarea vizuală pentru identificarea rupturilor și a altor defecte.

1242. Se efectuează măsurarea rezistenței contactelor. În cazul stării satisfăcătoare a legăturii de contact, rezistența contactelor nu depășește 0,05 Ω.

Secțiunea 3 **Verificarea stării siguranțelor de străpungeră în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V**

1243. Siguranțele de străpungeră trebuie să fie în stare bună de funcționare și să corespundă tensiunii nominale a instalației electrice.

Secțiunea 4

Verificarea buclei de defect în instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu sistemul TN

Subsecțiunea 1 Cerințe generale

1244. Se efectuează după verificarea conexiunii între prizele de pământ și elementele legate la pământ, precum și între prizele de pământ naturale și instalația de legare la pământ.

1245. Verificarea se efectuează folosind una din metode:

1) măsurarea directă a curentului de scurtcircuit monofazat la carcasa sau conductorul neutru de protecție;

2) măsurarea impedanței buclei de defect cu calculul ulterior al curentului de scurtcircuit monofazat.

1246. În cazul instalațiilor electrice care nu sunt racordate la rețeaua electrică se utilizează metoda de calcul.

1247. Curentul de scurtcircuit monofazat la carcasa sau conductorul neutru de protecție trebuie să asigure acționarea protecției conform Capitolului II din Titlul IV.

Subsecțiunea 2

Verificarea acționării protecției în sistemul TN

1248. Verificarea acționării protecției în sistemul TN se execută la toate instalațiile legate la pământ nemijlocit prin măsurarea curentului de scurtcircuit monofazat la părțile conductoare accesibile cu mijloace tehnice speciale sau măsurarea impedanței buclei de defect și cu calcularea ulterioară a curentului de scurtcircuit monofazat.

1249. Pentru instalațiile electrice nou amenajate și cele reconstruite și modernizate se determină timpul de acționare a protecției utilizând valoarea curentului de scurtcircuit monofazat și caracteristicile timp-curent a aparatelor de protecție indicate în pașapoartele de uzină. Timpul determinat se compară cu valorile indicate în Capitolului II din Titlul IV.

1250. Pentru instalațiile electrice (parte a instalației) conectate la același circuit terminal și care se află în aceeași încăpere este permisă efectuarea măsurărilor cu verificarea ulterioară a acționării protecției la cea mai îndepărtată instalație/echipament electric de la punctul de alimentare. În acest caz, verificarea acționării protecției la celelalte instalații (părți ale instalației) se efectuează prin măsurarea rezistența contactelor de trecere dintre instalația verificată și instalația (parte a instalației) supusă verificării în conformitate cu Subsecțiunea 3.

1251. La corpurile de iluminat exterior se verifică acționarea protecției doar la cele mai îndepărtate corpuri de iluminat ale liniei. Verificarea acționării protecției, la scurtcircuit la carcasa, a altor corpuri de iluminat se execută măsurând rezistența contactelor de trecere între conductorul PEN sau PE și carcasa corpului de iluminat.

1252. În cazul utilizării temporare a diferitor receptoare electrice, verificarea acționării protecției în circuitele terminale se permite de efectuat la prizele cu fișă (ștecher) cu contact de protecție.

1253. Verificarea acționării protecției în sistemul TN la alimentarea echipamentului electric trifazat de la un circuit terminal trifazat, se execută prin măsurarea curentului de scurtcircuit monofazat la părțile conductoare accesibile cu mijloace tehnice speciale sau măsurarea impedanței buclei de defect și cu calcularea ulterioară a curentului de scurtcircuit monofazat. În acest caz pentru

asigurarea acționării protecției se ia valoarea cea mai mică a curentului de scurtcircuit monofazat măsurată sau cea mai mare valoare a impedanței buclei de defect.

1254. Dacă instalația electrică nu este pusă sub tensiune atunci verificarea acționării protecției în sistemul TN se execută prin calcularea curentului de scurtcircuit monofazat.

Subsecțiunea 3

Verificarea continuității electrice dintre instalațiile legate la priza de pământ și elementele instalației

1255. Verificarea continuității electrice dintre instalațiile legate la priza de pământ și elementele instalației se execută:

1) la instalațiile la care a fost verificată acționarea protecției, însă, în scopul securității electrice, este necesar de asigurat un contact calitativ dintre partea legată la pământ și alte elemente ale instalației;

2) între instalația la care a fost verificată acționarea protecției, și alte instalații din aceeași rețea de grup în această încăpere, precum și între corpul de iluminat și conductorul PEN sau PE, în cazurile prevăzute în Subsecțiunea 2. În cazul când rezistența depășește $0,1 \Omega$, trebuie efectuată verificarea acționării protecției conform Subsecțiunii 2.

Secțiunea 5

Măsurarea rezistenței instalațiilor de legare la pământ

1256. Valorile admisibile a rezistenței ILP cu prizele de pământ naturale conectate trebuie să corespundă valorilor prezentate în Normativ și tabelul 110.

Tabelul 110. Valorile maxim admisibile a rezistenței ILP

Tipul instalației electrice	Caracteristica obiectului legat la pământ	Rezistența, Ω
1. Stații electrice și puncte de distribuție cu tensiunea mai mare de 1 kV	Instalații electrice cu neutrul legat la pământ și neutrul efectiv legat la pământ	0,5
	Instalații electrice cu neutrul izolat, cu neutrul legat la pământ prin bobină de stingere al arcului electric sau rezistor	$\frac{250}{I_c^*}$
2. LEA cu tensiunea mai mare de 1 kV	ILP al stâlpilor LEA în cazul rezistivității specifice ale solului, ρ , $\Omega \cdot m$:	
	mai mici de 100	10
	mai mari de 100 mai mici de 500	15
	mai mari de 500 mai mici de 1000	20
	mai mari de 1000 mai mici de 5000	30
	mai mari de 5000	$\rho \cdot 6 \cdot 10^{-3}$
	ILP al stâlpilor LEA pe care sunt amenajate descărcătoare PB de gr. IV sau limitatoare de supratensiuni echivalente, în apropiere de ID cu mașini rotative:	
	- la stâlpi din beton armat sau metal ai LEA;	3
	- la stâlpi de conexiune dintre LEA și LEC, unde	5

	LEC \leq 0,5 km; - la stâlpi de conexiune dintre LEA și LEC conectată la ID prin bobină de reactanță, unde LEC \leq 50 m.	3
	Stâlpii LEA 3-35 kV, pe care sunt instalate transformatoare de putere sau de măsurare, separatoare, siguranțe și alte aparate.	30
	Stâlpii din beton armat și din metal al LEA 3-10 kV în afara localităților în cazul rezistivității specifice al solului ρ , $\Omega\cdot m$: - mai mici de 100 - mai mari 100	30**** 0,3 ρ ****
3. Instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1 kV	Instalații electrice cu neutru (sau punct neutru) legat la pământ al sursei de alimentare (sistem TN): în apropiere de neutru cu luarea în considerare prizelor de pământ naturale și prizelor de pământ repetate ale liniilor de ieșire	15/30/60** 2/4/8**
	Instalații electrice cu neutru (sau punct neutru) izolat al sursei de alimentare (sistem IT)	$\frac{50}{I^{***}}$, mai mare de 4 Ω nu este necesară
4. LEA cu tensiunea mai mică de 1 kV	ILP al stâlpilor LEA cu prize de pământ repetate al conductorului PEN (PE)	30

Notă: *curent de calcul de punere la pământ;

**corespondere în cazul tensiunilor de linie 690, 400, 230 V;

***curent complet de punere la pământ;

****pentru stâlpii cu o înălțime mai mare de 50 m pe sectoarele LEA, protejate cu conductoare de gardă, rezistența prizelor de pământ trebuie să fie de 2 ori mai mică decât valorile prezentate în tabelul 110.

Secțiunea 6

Măsurarea tensiunii de atingere în instalațiile electrice executate conform normelor la tensiunea de atingere

1257. Măsurarea tensiunii de atingere în instalațiile electrice executate conform normelor la tensiunea de atingere, care sunt indicate în tabelul 111, se efectuează în cazul prizelor de pământ naturale conectate.

Tabelul 111. Valorile admisibile ale tensiunii de atingere, V

Tensiunea de atingere pentru instalații electrice	Durata expunerii la tensiune, s											
	0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	mai mare de 1,0
110-750 kV		500	400			200		130		100		65
1-35 kV cu neutru izolat și mai mică de 1 kV cu orice sistem de legare la pământ	550	340	160	135	120	105	95	85	75	70	60	20

1258. Tensiunea de atingere se măsoară în puncte de control, în care aceste valori sunt determinate prin calcul la proiectare. Durata expunerii la tensiune semnifică timpul sumar de acționare a PRA și timpul propriu de deconectare al întrerupătorului.

Secțiunea 7

Verificarea tensiunii pe instalația de legare la pământ a instalațiilor de distribuție ale centralelor electrice și stațiilor electrice în cazul când aceasta este parcursă de curentul de punere la pământ

1259. Verificarea se efectuează prin calcul după punere în funcțiune, pentru rețele/circuitele electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V cu neutrul sursei efectiv legat la pământ.

1260. Tensiunea pe ILP:

- 1) nu se limitează pentru rețelele/circuitele electrice la care este exclusă răspândirea potențialelor în afara clădirilor și îngrădirilor externe ale rețelei/circuitelor electrice;
- 2) nu mai mare de 10 kV, dacă sunt prevăzute măsuri de protecție a izolației cablurilor de plecare de comunicații și de telemecanică și de prevenire a răspândirii potențialelor;
- 3) nu mai mare de 5 kV în toate celelalte cazuri.

CAPITOLUL XXXI LINII ELECTRICE ÎN CABLU

1261. Liniile electrice în cablu (în continuare – LEC) cu tensiunea mai mică de 1 kV se încearcă conform Secțiunilor 1, 2, 7, 12 din prezentul Capitol, cu tensiunea mai mare de 1 kV și mai mică de 35 kV – conform Secțiunilor 1-3, 6, 7, 11, 12 din prezentul Capitol, cu tensiunea mai mare de 110 kV – în volumul complet prevăzut de prezentul Capitol.

1262. În cazul încercărilor LEC cu izolației extrudată trebuie să fie respectate cerințele SM IEC 60502-1, SM CEI 60502-2, SM CEI 60840, SM IEC 62067. Materialele izolației cablurilor, asupra cărora se extind standardele SM IEC 60502-1, SM CEI 60502-2, SM CEI 60840, SM IEC 62067 sunt prezentate în tabelul 112.

Tabelul 112. Materialele din polimeri utilizate pentru cabluri cu izolație extrudată

Denumirea materialului izolației cablurilor	Abrevierea
1) Materiale termoplastice:	
- compus din PVC destinat pentru cabluri la tensiunea nominală $U_0/U \leq 3,6/6$ kV	PVC/A*
2) Materiale din polimer reticulat:	
- cauciuc etilenă-propilenă sau material similar (EPM sau EPDM)	EPR
- cauciuc etilenă-propilenă solidă	HEPR
- polietilenă reticulată	XPLE

Notă: *Materialul pentru izolație, în care componentul principal este PVC destinat pentru cabluri cu tensiunea nominală $U_0/U \leq 1,8/3$ kV, în SM CEI 60502-2 se marchează prin abrevierea PVC/B.

Secțiunea 1

Verificarea integrității și fazării conductoarelor cablurilor

1263. Verificarea se efectuează după punere în funcțiune, a conexiunilor conductoarelor cablurilor.

1264. Se verifică integritatea și corespunderea identificării prin culori a fazelor a conductoarelor conectate ale cablurilor.

Secțiunea 2

Măsurarea rezistenței izolației

1265. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1266. La cablurile de putere cu tensiunea mai mică de 1000 V valoarea rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ.

1267. Pentru cabluri de putere cu tensiunea mai mare de 1000 V rezistența izolației nu se normează.

1268. Măsurarea rezistenței izolației cablurilor electrice nearmate cu secțiunea mai mică de 16 mm² și izolație din cauciuc sau plastic, în manta metalică, din cauciuc sau plastic se efectuează între conductoarele de linie, între conductoarele de linie și PEN, între conductoarele de linie și N, precum și între conductoarele de linie și PE.

Pentru cablurile electrice armate și cele nearmate cu secțiunea peste 16mm² măsurarea rezistenței izolației se efectuează între fiecare conductor al cablului și celelalte conductoare scurtcircuitate și ILP, inclusiv armatura cablului după caz.

1269. Măsurarea trebuie efectuată înainte și după încercarea cablului, cu tensiune mărită.

1270. Măsurarea rezistenței izolației cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată nu este necesară, dar se admite cu scopul verificării lipsei pe cablu a dispozitivelor pentru legarea la pământ și în scurtcircuit, a scurtcircuitoarelor, înainte de aplicarea tensiunii de lucru.

Secțiunea 3

Încercarea izolației cablurilor cu izolație din hârtie impregnată, cu izolație din cauciuc și cablurilor cu izolație din PVC cu tensiune redresată mărită

1271. În cazul imposibilității efectuării încercărilor cu tensiune mărită de frecvență ultra joasă (în continuare – FUJ) de 0,1 Hz sau tensiune de lucru de 50 Hz a LEC cu tensiunea 6-35 kV cu izolație din hârtie impregnată și izolație din PVC, se admite încercarea acestora cu tensiune redresată mărită.

1272. Nivelul tensiunii de încercare pentru cablurile cu izolație din PVC cu tensiunea 6-35 kV trebuie să fie 4·U₀, unde U₀ este tensiunea nominală de frecvență industrială între conductor și pământ sau ecranul metalic utilizat în construcția cablului. Durata aplicării tensiunii de încercare – 15 min.

1273. Nivelul și durata aplicării tensiunii redresate de încercare pentru încercarea cablurilor cu izolație din hârtie impregnată și izolație din cauciuc se aleg în corespundere cu valorile din tabelul 113.

1274. În cazul LEC, ce conține tronsoane cu diferite tipuri de cabluri, în calitate de tensiune de încercare pentru toată LEC se alege cea mai mică din tensiunile de încercare.

1275. Valoarea curenților de scurgere este prezentată în tabelul 114.

Tabelul 113. Valoarea și durata tensiunii redresate de încercare, aplicate conductoarelor și LEC cu izolație din hârtie impregnată și izolație din cauciuc

Tensiunea nominală, kV	Nivelul tensiunii de încercare, kV/durata, min.
LEC 6-400 kV cu izolație din hârtie impregnată	
6	36 kV/5 min.
10	60 kV/5 min.
15	75 kV/5 min.

20	100 kV/5 min.
35	175 kV/5 min.
110	285 kV/15 min.
150	347 kV/15 min.
220	510 kV/15 min.
330	670 kV/15 min.
400	865 kV/15 min.
LEC 3-10 kV cu izolație din cauciuc	
3	6 kV/5 min.
6	12 kV/5 min.
10	20 kV/5 min.

Tabelul 114. Curenții de scurgere și coeficienții de asimetrie pentru cablurile de putere cu izolație din hârtie impregnată

Cabluri cu tensiunea, kV	Tensiunea de încercare, kV	Valorile admisibile ale curenților de scurgere, mA	Valorile admisibile ale coeficientului de asimetrie, (I_{max}/I_{min})
6	36	0,2	8
10	60	0,5	8
15	60	0,5	8
20	100	1,5	10
35	175	2,5	10
110	285	Nu se normează	Nu se normează
150	347	Idem	Idem
220	510	Idem	Idem
330	670	Idem	Idem
400	865	Idem	Idem

1276. Se consideră că izolația a suportat încercarea electrică cu tensiune mărită în cazul în care nu a avut loc străpungerea izolației, conturnarea izolației pe suprafață. În cazul nerespectării a unuia dintre acești factori se consideră că izolația nu a suportat încercarea electrică.

Secțiunea 4

Încercarea cu tensiune mărită de curent alternativ

Subsecțiunea 1

Încercări ale cablurilor cu tensiune mărită

1277. După amenajarea cablurilor cu izolație din hârtie impregnată cu tensiunea mai mică de 35 kV trebuie să suporte încercarea cu tensiune mărită de curent continuu în corespundere cu cerințele Secțiunii 3 din prezentul Capitol. Încercarea cu tensiune mărită de curent alternativ nu se efectuează.

1278. Încercarea cablurilor cu izolație extrudată se efectuează pentru:

1) cabluri cu tensiunea 0,69-3 kV – conform SM IEC 60502-1. Valoarea tensiunii mărite de încercare cu frecvența 50 Hz trebuie să fie $2,5 \cdot U_0 + 2$ kV. Durata aplicării tensiunii de încercare – 5 min.

2) cabluri cu tensiunea 6-35 kV – conform SM CEI 60502-2. Valoarea tensiunii mărite de încercare cu frecvența 50 Hz trebuie să fie $3,5 \cdot U_0$ kV. Durata aplicării tensiunii de încercare – 5 min. sau în conformitate cu tabelul 116.

3) cabluri cu tensiunea 110 kV – conform SM CEI 60840, cabluri cu tensiunea 220-400 kV – conform SM IEC 62067. Încercările trebuie efectuate cu tensiune mărită de curent alternativ cu frecvența 20-300 Hz, forma undei trebuie să fie sinusoidală. Valorile tensiunii de încercare sunt prezentate în tabelul 115. Durata aplicării tensiunii de încercare – 60 min. În cazul absenței instalației de încercare cu frecvența de 20-300 Hz, se admite testarea LEC amenajate, cu tensiunea de lucru fără sarcină timp de 24 de ore sau printr-o altă metodă coordonată cu uzina producătoare.

Tabelul 115. Valoarea tensiunii de curent alternativ de încercare pentru LEC cu tensiunea de 110-400 kV cu izolație extrudată

Clasa de tensiune, kV	110	220	330	400
Tensiunea de încercare, kV	128	180	250	320

Subsecțiunea 2

Încercarea izolației cablurilor cu izolație din masă plastică și hârtie impregnată cu tensiunea de 6-35 kV cu tensiune mărită de frecvență ultra joasă 0,1 Hz

1279. Încercările cablurilor cu utilizarea frecvenței ultra joase se efectuează cu tensiune mărită de curent alternativ de frecvența 0,1 Hz, în acest caz se recomandă controlarea valorii tgδ și/sau nivelul descărcărilor parțiale.

1280. În cazul lipsei instalațiilor FUJ 0,1 Hz, lipsei posibilității antrenării agenților economici care dispun de instalații FUJ, se admite efectuarea încercărilor izolației de bază a LEC cu tensiune mărită cu frecvența de 50 Hz în conformitate cu Subsecțiunea 1 din prezenta Secțiune și documentației uzinei producătoare.

1281. Utilizarea pentru încercări a instalațiilor FUJ, ce generează tensiune cu frecvență ce diferă de 0,1 Hz, se admite cu condiția coordonării utilizării acestora și metodicele încercărilor cu uzina producătoare.

1282. Nivelul și durata respectivă de aplicare a tensiunii de FUJ 0,1 Hz se aleg în conformitate cu valorile tabelului 116.

Tabelul 116. Valoarea și durata tensiunii de curent alternativ de încercare aplicate conductoarelor cablurilor cu izolație din hârtie impregnată și izolația din masă plastică

Cabluri cu tensiunea, kV	Tensiunea de încercare cu frecvența 0,1 Hz, kV		
	15 min.	30 min.	60 min.
6	18	15	11
10	30	25	18
15	45	37	27
20	60	50	36
35	105	85	60

Secțiunea 5

Determinarea rezistenței conductoarelor cablului

1283. Se efectuează pentru LEC cu tensiunea mai mare 35 kV.

1284. Rezistența în curent continuu a conductoarelor cablurilor, raportată la valoarea specifică (la 1 mm² de secțiune transversală, 1 m lungime, în cazul temperaturii de 20°C), trebuie să fie nu mai mare de 0,01793 Ω pentru conductoarele din cupru și 0,0294 Ω pentru conductoarele din aluminiu. Rezistența măsurată, raportată la valoarea specifică, poate să difere de valorile specificate nu mai mult de 5%.

Secțiunea 6

Determinarea capacității electrice de lucru a cablurilor

1285. Determinarea se efectuează pentru LEC cu tensiunea mai mare de 35 kV. Determinarea nu se efectuează la cablurile cu izolația din polietilenă reticulată.

1286. Capacitatea măsurată, raportată la valoarea specifică (la 1 m lungime), nu trebuie să difere mai mult de 5% de valorile încercărilor uzinei producătoare.

Secțiunea 7

Verificarea protecției împotriva curenților vagabonzi

1287. Se efectuează verificarea acționării protecțiilor catodice instalate.

Secțiunea 8

Determinarea volumului de gaz nedizolvat

1288. Încercarea se efectuează pentru LEC 110-400 kV cu izolația umplută cu ulei.

1289. Conținutul aerului nedizolvat în ulei trebuie să fie nu mai mare de 0,1%.

Secțiunea 9

Încercarea agregatelor de alimentare și de încălzire automată a manșoanelor terminale

1290. Încercarea se efectuează la LEC 110-400 kV cu izolația umplută cu ulei.

Secțiunea 10

Verificarea protecției împotriva coroziunii

1291. În cazul punerii în funcțiune a LEC se verifică funcționarea protecției împotriva coroziunii pentru:

1) cabluri cu manta metalică, pozate în soluri cu nivel mediu și scăzut de agresivitate (rezistivitatea specifică a solului mai mare de 20 Ω/m), în cazul densității medii diurne a curentului de scurgere în pământ mai mare de 0,15 mA/dm²;

2) cabluri cu manta metalică, pozate în soluri cu nivel ridicat de agresivitate (rezistivitatea specifică a solului mai mică de 20 Ω/m), indiferent de densitatea medie diurnă a curentului de scurgere în pământ;

3) cabluri cu manta neprotejată, cu armătura și învelișul protector deteriorat;

4) conductele din oțel ale cablurilor cu presiune înaltă, indiferent de agresivitatea solului și tipurile de izolație a lor.

1292. La verificare se măsoară potențialele și curenții în mantalele cablurilor și parametrii instalațiilor de protecție electrică în conformitate cu instrucțiunile interne de protecție electro-chimică a structurilor subterane împotriva coroziunii.

Secțiunea 11

Determinarea caracteristicilor uleiului și fluidului izolant

1293. Determinarea se face pentru toate elementele LEC cu ulei la tensiunea de 110-400 kV și pentru manșoanele terminale (racordurile transformatoarelor și IDPH) ale cablurilor cu izolația din masă plastică cu tensiunea mai mare de 110 kV, dacă prelevarea probelor fluidului izolant este prevăzută de construcția armăturii cablului.

1294. Încercarea uleiurilor și fluidului izolant se efectuează în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

Secțiunea 12

Măsurarea rezistenței instalației de legare la pământ

1295. Se efectuează la manșoanele terminale ale LEC de toate nivelele de tensiune, iar pentru LEC cu tensiunea 110-400 kV – suplimentar, la construcțiile metalice ale fântânilor de cablu și ale agregatelor de alimentare.

Secțiunea 13

Măsurarea distribuirii curentului pe cablurile cu un singur conductor

1296. Neuniformitatea distribuirii curenților în conductoare și în învelișurile/ecranele cablurilor trebuie să fie nu mai mare de 10%.

1297. Controlul se efectuează în cazul conectării în paralel a 2 sau mai multe cabluri la o singură fază.

1298. Pentru instalațiile electrice ce urmează a fi racordate la rețeaua electrică, măsurarea se efectuează după punerea sub tensiune a instalației electrice.

Secțiunea 14

Încercarea cu tensiune redresată mărită a mantalei de protecție din masă plastică a cablurilor

1299. Între ecran și pământ se aplică tensiune continuă de 4 kV pe fiecare milimetru de izolație cu o valoare maximă de 10 kV. Tensiunea trebuie să crească progresiv până la atingerea valorilor maxime pentru încercarea indicată. Tensiunea se aplică timp de 1 min. la valoarea maxim admisibilă, și ulterior se reduce lent până la zero.

1300. Încercarea se efectuează pentru LEC cu tensiunea mai mare de 6 kV înainte de punerea în funcțiune.

Secțiunea 15

Încercare cu tensiune de curent alternativ cu frecvența 50 Hz

1301. Încercarea se admite pentru LEC cu tensiunea 110-330 kV, în locul încercării cu tensiune redresată.

1302. Încercarea se efectuează cu tensiunea $(1-1,73) \cdot U_{nom}$.

1303. În cazul lipsei instalației de încercare de putere necesară, se admite de efectuat încercările LEC amenajate cu izolație extrudată conform următoarelor metode:

- 1) în corespundere cu Secțiunea 4 din prezentul Capitol;
- 2) încercare timp de 24 h cu tensiune nominală (de lucru) al sistemului U_0 .

CAPITOLUL XXXII LINII ELECTRICE AERIENE

Secțiunea 1

Măsurări la traseul liniilor electrice aeriene care traversează masivele păduroase și zonele spațiilor verzi

1304. Lățimea fâșiilor curățate trebuie să corespundă prevederilor Normativului.

Secțiunea 2

Controlul amplasării și stării fundațiilor și bazelor stâlpilor

Subsecțiunea 1

Controlul amplasării elementelor stâlpilor

1305. Se efectuează măsurări selective a adâncimii de plantare a stâlpilor din beton armat în sol, amplasarea în plan a fundațiilor stâlpilor metalici și a stâlpilor din beton armat ancorați, precum și înglobarea lonjeroanelor și ancorelor pentru tiranți.

1306. Valorile măsurate la LEA 35-400 kV nu trebuie să depășească toleranțele prezentate în tabelul 117 și în proiectele LEA. Măsurările se efectuează la 3% din numărul total din stâlpii montați.

1307. Adâncimea de plantare în sol a stâlpilor din beton armat, a popilor din beton armat al stâlpilor din lemn și a stâlpilor din lemn a LEA cu tensiunea 0,4-10 kV, trebuie să fie nu mai mică de valorile stabilite în proiect, dar nu mai mică de 1,5 m pentru stâlpii LEA 0,4 kV și 1,7 m pentru stâlpii LEA 6-10 kV. Pentru stâlpii LEA cu tensiunea mai mare de 35 kV, adâncimea de plantare în sol se determină de proiect.

1308. Verificarea adâncimii de plantare în sol a stâlpilor din beton armat se efectuează la stâlpii de întindere și stâlpii de întindere de colț și 20% din stâlpii intermediari.

Tabelul 117. Toleranțe la amplasarea fundațiilor și a elementelor prefabricate ale stâlpilor LEA cu tensiunea de 35-400 kV, mm

Denumirea	Stâlpi neancorați	Stâlpi ancorați
Distanța dintre axele fundațiilor în plan	±20	±50
Cota partea superioară a fundațiilor	20	20
Deplasare a centrului fundației în plan	-	50
Distanța dintre talpa stâlpului și fundația acestuia	Nu se admite	-

Notă: *Numărul de garnituri pentru compensarea diferențelor de cote trebuie să fie nu mai mare de 4, cu grosimea totală nu mai mare de 40 mm. Suprafața și configurația garniturilor trebuie să corespundă construcției tălpilor stâlpului.

Subsecțiunea 2

Controlul stării fundațiilor

1309. Se determină dimensiunile fisurilor și crăpăturilor fundațiilor, abaterile în amplasarea buloanelor de ancorare, precum și dimensiunile acestora.

1310. Valorile măsurate trebuie să nu depășească valorile din proiectele LEA.

1311. Distanța dintre talpa de sprijin al stâlpului și fundație nu se admit.

1312. Coroziunea buloanelor de ancorare ale fundațiilor trebuie să nu depășească 20% din secțiunea proiectată.

Secțiunea 3 Controlul poziției stâlpilor

1313. Se măsoară devierea stâlpilor de-a lungul și de-a latul axei LEA, poziția consolelor pe stâlpi.

1314. Valorile admisibile ale devierilor și deplasărilor stâlpilor și ale devierilor consolelor, sunt prezentate în tabelul 118.

Tabelul 118. Devierile admisibile a poziției stâlpilor și al elementelor acestora la LEA 35-400 kV

Denumirea	Valorile admisibile ale devierilor pentru stâlpi, mm		
	Din beton armat și material compozit	Din metal (cu zăbrele și poligonale)	Din lemn
1. Devierea părții de sus a stâlpului de la axa verticală, în lungul și latul liniei (H – înălțimea stâlpului):	H/100 – pentru stâlpi de tip – portal H/150 – pentru stâlpi monopicioar	H/200	H/100
2. Deplasarea stâlpului perpendicular axei LEA (ieșirea din aliniament): - pentru stâlpi monopicioar în cazul lungimii deschiderii, m:			
mai mici de 200	100 mm	100 mm	100 mm
mai mari de 200	200 mm	-	200 mm
mai mari de 200 mai mici de 300	-	200 mm	-
mai mari de 300	-	300 mm	-
- pentru stâlpi metalici de tip portal ancorați în cazul lungimii deschiderii, m:			
mai mici de 250	-	200 mm	-
mai mari de 250	-	300 mm	-
- pentru stâlpi din beton armat de tip portal	200 mm	-	-
3. Devierea pe verticală a capătului consolei (lungimea consolei L, mm)	L/100 – pentru stâlpi monopicioar	-	L/50
4. Devierea capătului consolei stâlpului de susținere de-a lungul LEA. Pentru stâlpi de colț – în raport cu bisectoarea unghiului de curbură al LEA (lungimea consolei L, mm)	L/100 – pentru stâlpi monopicioar	100 mm	L/50
5. Devierea de la distanța de proiect dintre picioarele stâlpilor de tip portal	100 mm	-	-
Devierea axei consolei stâlpilor de tip portal ancorați față de axa orizontală (lungimea consolei L):			
mai mici de 15 m	L/150	L/150	-

mai mari de 15 m	L/250	L/250	-
------------------	-------	-------	---

Secțiunea 4 Controlul stării stâlpilor

Subsecțiunea 1 Măsurarea încovoierii a elementelor metalice ale stâlpilor

1315. Măsurarea încovoierii elementelor ale stâlpilor din metal și a elementelor metalice ale stâlpilor din beton armat se efectuează în cazul depistării deformării acestor elemente în timpul inspectărilor vizuale.

1316. Valorile admisibile a toleranțelor săgeții de încovoiere, curbura, a elementelor ale stâlpilor din metal și a pieselor metalice ale stâlpilor din beton armat ale LEA cu tensiunea 35-400 kV sunt prezentate în tabelul 119.

Tabelul 119. Valorile admisibile a toleranțelor săgeții de încovoiere, curbura, a elementelor ale stâlpilor din metal și a pieselor metalice ale stâlpilor din beton armat ale LEA cu tensiunea 35-400 kV

Consola stâlpilor	1:300 din lungimea consolei
Piciorul sau propteaua stâlpului din metal	1:750 din lungimea piciorului (proptelei), dar nu mai mare de 20 mm
Montanții stâlpilor din metal din cadrul panoului și elementele zăbrelelor în orice plan	1:750 din lungimea elementului

Subsecțiunea 2 Controlul ancorelor stâlpilor

1317. Măsurarea tensiunii de întindere în cablurile de ancorare ale stâlpilor se efectuează cu dispozitive mecanice sau electronice de măsurare a întinderii. Valoarea măsurată a tensiunii de întindere în cazul vitezei vântului nu mai mari de 8 m/s și o deviere a poziției stâlpilor în limitele prezentate în tabelul 118, nu trebuie să difere de cea prevăzută de proiect cu mai mult de 20%.

Subsecțiunea 3 Măsurarea defectelor la stâlpii și popii din beton armat

1318. Se determină dimensiunile fisurilor, încovoierilor, deteriorările betonului la stâlpii și popii din beton armat.

1319. Elementele stâlpilor sunt rebutate în cazul valorilor încovoierilor a picioarelor stâlpilor, dimensiunile fisurilor și a găurilor care depășesc valorile prezentate în tabelul 120.

Tabelul 120. Valorile limită ale încovoierii și dimensiunile defectelor picioarelor, stâlpilor și popilor din beton armat

Caracterul defectului	Valoare limită
1. Stâlpii centrifugați și popii LEA 35-400 kV:	
1.1. Curbura piciorului al stâlpului monopicior neancorat;	Nu se admite
1.2. Mărimea fisurilor longitudinale și transversale din betonul piciorului;	Nu se admite

1.3. Idem la picioarele cu armătura pretensionată din cablu de oțel conform SM SR EN 12385-1+A1;	Nu se admite
1.4. Aria găurii în betonul piciorului sau a știrbiturii din beton cu expunerea armăturii longitudinale.	Nu se admite
2. Picioarele și popii din beton vibrat a LEA 0,4-35 kV:	
2.1. Devierea vârfului piciorului de la axa verticală cu luarea în considerare a răsucirii în sol în cazul lipsei vântului și a chiciurii;	15 cm
2.2. Măsurarea distanței dintre picior și baza proptelei a stâlpului de întindere de colț în raport cu cea indicată în proiect;	15%
2.3. Mărimea fisurilor longitudinale și transversale;	Nu se admite
2.4. Aria știrbiturii din beton cu expunerea armăturii longitudinale.	Nu se admite

1320. Se efectuează controlul nedistructiv al betonului picioarelor din beton armat cu sclerometrul și dispozitive cu ultrasunet.

1321. Rezistența mecanică a betonului picioarelor centrifugate trebuie să fie nu mai mică de 49 MPa (500 kgf/cm²) sau de cea prezentată în proiectul LEA.

1322. Rezistența mecanică a betonului picioarelor din beton vibrat trebuie să fie nu mai mică de 39 MPa (400 kgf/cm²) sau de cea prezentată în proiectul LEA.

Subsecțiunea 4 Controlul pieselor din lemn ale stâlpilor

1323. La punerea în funcțiune se măsoară selectiv corespunderea dimensiunilor geometrice a pieselor din lemn ale stâlpilor cu mărimile calculate.

1324. Abaterile dimensiunilor pieselor de la cele prevăzute de proiect se admite în limitele:

- 1) pentru diametru – -1 cm +2 cm;
- 2) pentru lungime – ±1 cm la fiecare 1 m de lungime;
- 3) pentru console nu se admit toleranțe cu valori negative.

1325. Măsurarea se efectuează la 10% din piesele stâlpului.

Secțiunea 5 Controlul conductoarelor

Subsecțiunea 1 Măsurarea distanțelor față de conductoare

1326. Se efectuează măsurarea distanțelor de la conductoare până la suprafața solului, până la diferite obiecte și construcții în locurile de apropiere și intersectare, între conductoarele diferitor linii în cazul suspendării în comun a conductoarelor.

1327. Valorile măsurate trebuie să satisfacă cerințele Normativului, în conformitate cu care a fost construită LEA.

Subsecțiunea 2 Controlul săgeților conductoarelor, distanțele față de elementele liniei electrice aeriene

1328. Se efectuează măsurarea săgeților conductoarelor și a conductoarelor de gardă, distanțele de la acestea până la elementele stâlpilor și între conductoare.

1329. Săgeata reală nu trebuie să difere de valoarea prevăzută în proiect mai mult de 5%, în cazul respectării valorilor normative a distanțelor până la sol și până la obiectele intersectate.

1330. Distanța aeriană între conductor și corpul stâlpului, între conductoarele stâlpului de transpoziție și la derivații trebuie să fie nu mai mare de 10% de cele prevăzute în proiect. Diferența săgeților între conductoarele diferitor faze și dintre conductoarele diferitor LEA cu suspendare în comun, trebuie să nu depășească 10% din valoarea de proiect a săgeții.

1331. În cazul determinării dereglării firelor fazelor scindate, unghiul de răsucire al fazei trebuie să nu depășească 10° față de poziția prevăzută de proiectul LEA sau diferența dintre săgețile conductoarelor fazei trebuie să nu depășească 20% din distanța dintre conductoarele fazei la LEA 330-400 kV.

Subsecțiunea 3

Verificarea conexiunilor conductoarelor și a conductoarelor de gardă

1332. Verificarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXXIII din prezentul Titlu.

Secțiunea 6

Controlul izolatoarelor și a lanțurilor de izolatoare Măsurarea rezistenței izolatoarelor din porțelan

1333. Măsurarea rezistenței se efectuează în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

Secțiunea 7

Controlul armaturii de linie

1334. Controlul armaturii de linie se efectuează prin inspectarea vizuală exterioară.

1335. Armătura de linie trebuie rebutată și înlocuită dacă:

- 1) suprafața armaturii este acoperită în totalitate cu coroziune;
- 2) în piesele armaturii există fisuri, cavități, topituri, încovoieri;
- 3) formele și dimensiunile pieselor nu corespund desenelor de execuție;
- 4) axele și alte părți ale articulațiilor au un grad de uzură mai mare de 10%.

1336. Distanța dintre axa amortizorului de vibrații și punctul de ieșire a conductorului/conductorului de gardă din clema de susținere sau de întindere, punctul de plecare de la ruloul de suspendare cu mai multe role sau de la marginea manșonului de protecție, nu trebuie să difere de valoarea indicată în proiect mai mult de ± 25 mm.

1337. Distanțele dintre grupele de contrafișe nu trebuie să difere de valorile indicate în proiect mai mult de $\pm 10\%$.

1338. Distanțele dintre electrozii intervalelor de protecție pe conductoarele de gardă nu trebuie să difere de valorile indicate în proiect mai mult de $\pm 10\%$.

Secțiunea 8

Verificarea instalației de legare la pământ

1339. Verificarea ILP se efectuează în conformitate cu Capitolul XXX din Titlu IV.

Secțiunea 9

Linii electrice aeriene cu tensiunea 0,4 kV cu conductoare izolate

Subsecțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

1340. Rezistența izolației conductoarelor, izolației legăturilor acestora, derivatelor și bransamentelor de la acestea trebuie să fie nu mai mică de 0,5 M Ω în cazul tensiunii megohmmetrului 1000 V.

1341. Rezistența se măsoară între conductoarele de linie, între conductoarele de linie și conductoarele iluminatului public, între conductoarele de linie și iluminatului public precum și neutru.

Subsecțiunea 2

Încercarea cu tensiune mărită

1342. Încercarea cu tensiune mărită se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1343. Măsurarea rezistenței izolației în acest caz nu se efectuează.

Subsecțiunea 3

Verificarea legăturilor conductoarelor

1344. Verificarea se efectuează prin inspectarea vizuală și măsurarea căderii de tensiune sau rezistenței electrice.

1345. Legăturile conductoarelor de linie, iluminatului public și conductorului neutru portant se rebutează dacă:

- 1) încovoierea clemei presate depășește 3% din lungimea acestuia;
- 2) pe suprafața clemei de legătură sunt crăpături și urme ale defectelor mecanice;
- 3) căderea de tensiune sau rezistența electrică pe tronsonul legăturii sau derivatei/bransamentului depășește de 1,2 ori căderea de tensiune sau rezistența electrică pe tronsonul de aceeași lungime.

1346. Verificarea se efectuează selectiv la 2-5% din numărul total de legături, derivate și bransamente.

CAPITOLUL XXXIII

LEGĂTURI DE CONTACT A CONDUCTOARELOR, CONDUCTOARELOR DE GARDĂ, BARELOR COLECTOARE ȘI DE LEGĂTURĂ

Secțiunea 1

Controlul legăturilor de contact presate

1347. Se controlează dimensiunile geometrice și starea legăturilor de contact a conductoarelor și a conductoarelor de gardă a LEA și a barelor ID.

1348. Dimensiunile geometrice, lungimea și diametrul părții presate a corpului clemei, nu trebuie să difere de cerințele tehnologice de montaj a legăturilor de contact.

1349. Miezul de oțel a clemei de contact presate nu trebuie să fie deplasat în raport cu poziția simetrică mai mult de 15% din lungimea părții presate a conductorului.

1350. Pe suprafața clemei nu trebuie să fie fisuri, coroziune sau defecte mecanice.

1351.În cazul punerii în funcțiune se controlează selectiv nu mai puțin de 3% din numărul clemelor amenajate de fiecare dimensiune/marcă.

Secțiunea 2

Controlul legăturilor de contact executate cu utilizarea clemelor de legătură ovale

1352. Se verifică dimensiunile geometrice și starea legăturilor de contact a conductoarelor și a conductoarelor de gardă.

1353. Dimensiunile geometrice ale clemelor de legătură după amenajare nu trebuie să difere de prevederile indicațiilor tehnologice de amenajare a clemelor.

1354. Pe cleme nu trebuie să fie fisuri și defecte mecanice. Pe clemele de legătură din oțel nu trebuie să fie coroziune.

1355. Numărul de spire a torsiunii clemelor supuse torsionării la conductoare din oțel-aluminiu, aluminiu și cupru, trebuie să fie nu mai mic de 4 și nu mai mare de 4,5, iar pentru clemele de tipul „COAC-95-3” în cazul legăturii conductoarelor de tip „АЖС 70/39” – mai mic de 5 și nu mai mare de 5,5 spire.

1356. În cazul punerii în funcțiune a LEA se controlează selectiv nu mai puțin de 2% din numărul de cleme amenajate de fiecare dimensiune.

Secțiunea 3

Controlul legăturilor de contact prin bulon

1357. Se măsoară gradul de strângere a buloanelor legăturilor de contact, executate cu utilizarea clemelor de legătură, de trecere în buclă, de legătură de trecere, de derivație, prefabricate.

1358. Verificarea se efectuează în conformitate cu instrucțiunea de amenajare ale acestora.

Secțiunea 4

Controlul legăturilor de contact sudate

Subsecțiunea 1

Controlul legăturilor de contact a conductoarelor, executate cu utilizarea cartușelor termice

1359. Se controlează legăturile de contact ale conductoarelor LEA și a barelor colectoare de legătură a ID, executate cu utilizarea cartușelor termice.

1360. În legătura de sudare nu trebuie să fie:

1) arderea spirelor exterioare a conductorului sau defectarea sudării la îndoirea capetelor conductorului sudat;

2) rosturi de sudare în locul sudării cu o adâncime mai mare de 1/3 din diametrul conductorului din aluminiu, aliaje sau cupru, cu o adâncime mai mare de 6 mm – în cazul conductorului oțel-aluminiu cu secțiunea de 150-600 mm².

Subsecțiunea 2

Controlul legăturilor de contact executate prin sudare ale barelor colectoare rigide și a barelor de legătură ale instalațiilor de distribuție

1361. Se verifică starea sudării legăturilor de contact.

1362. În legătura prin sudare nu trebuie să fie fisuri, arsuri, cratere, suduri nepătrunse a cusăturii de sudură mai mult de 10% din lungimea acesteia în cazul adâncimii mai mare de 15% din grosimea

metalului sudat. Valoarea sumară a sudurilor nepătrunse, retezături, porilor de gaz și incluziunilor de wolfram în cusăturile de sudură a barelor din aluminiu trebuie să nu depășească 15% din grosimea metalului sudat din fiecare secțiune examinată.

CAPITOLUL XXXIV

INSTALAȚII STATICE PENTRU CONSUMUL ȘI LIVRAREA PUTERII REACTIVE

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

1363. Măsurarea rezistenței izolației se efectuează la temperatură de 10-30°C.

1364. Normele pentru valorile rezistenței izolației măsurate sunt prezentate în tabelul 121.

Secțiunea 2

Încercări cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

1365. Valoarea tensiunii de încercare se alege în conformitate cu tabelul 121.

1366. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu ale înfășurărilor transformatoarelor, bobinelor de reactanță în instalațiile statice pentru consumul și livrarea puterii reactive

1367. Măsurările rezistențelor se efectuează la temperatură constantă, aproape de temperatura mediului ambiant. Rezistența măsurată, pentru compararea rezultatelor acesteia cu datele uzinei producătoare sau cu rezultatele măsurărilor precedente, se raportează la aceeași temperatură.

1368. Rezistența înfășurărilor nu trebuie să difere cu mai mult de 5% de la datele uzinei producătoare sau datele măsurărilor anterioare.

Tabelul 121. Rezistența izolației și tensiunea de încercare

Elementul încercat	Măsurarea rezistenței izolației		Încercarea cu tensiunea mărită	Notă
	Tensiunea megohmm etrului, V	Valoarea minimă a rezistenței izolației, MΩ	Valoarea tensiunii de încercare	
1. Convertizorul cu tiristoare (în continuare – CT), circuitele de putere ale convertizoarelor, circuitele de protecție legate cu tiristoare, înfășurările secundare ale transformatoarelor de ieșire a sistemului de comandă, separatoarele deconectate adiacente convertizoarelor, înfășurările primare a transformatoarelor SP.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare al CT, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare pentru înfășurarea rotorului	În raport cu carcasa și circuitele secundare a CT conectate la aceasta (înfășurărilor primare ale transformatoarelor cu impuls ale sistemelor de comandă al tiristoarelor (în continuare – SCT), contactelor-bloc ale siguranțelor fuzibile de putere, înfășurărilor secundare ale transformatoarelor ale divizoarelor de curent), a elementelor circuitului de putere adiacente CT (înfășurările secundare ale transformatoarelor SP). Tiristoare (anozii, catozii, electrozii de comandă) în cazul încercărilor trebuie să fie șuntate, iar blocurile SCT trebuie să fie decuplate din conecitoare.
2. Conductoare-bare ce leagă sursa de alimentare cu CT, cablurile de putere:				
- fără aparataj conectat	2500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a conductoarelor-bare	În raport cu „pământul” și între faze
- cu aparataj conectat	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării rotorului	Idem

Secțiunea 4

Verificarea transformatoarelor de putere, bobinelor de reactanță, transformatoarelor de măsură de tensiune și de curent

1369. Verificarea se efectuează în corespundere cu normele și volumele stabilite în Capitolele V-VII și XX din Titlul V, cu luarea în considerare a particularităților efectuării verificărilor pentru tipurile concrete de aparate în corespundere cu documentația uzinei producătoare.

Secțiunea 5

Verificarea convertizoarelor cu tiristoare a instalațiilor statice pentru consumul și livrarea puterii reactive

1370. Măsurarea rezistenței și încercarea cu tensiune mărită a izolației se efectuează în corespundere cu tabelul 121.

1371. Se efectuează încercările hidraulice cu presiune mărită a apei a CT cu sistem de răcire cu apă. Valoarea presiunii și timpul de acțiune a acesteia trebuie să corespundă normelor uzinelor producătoare pentru fiecare tip de convertizor. Se efectuează verificarea repetată a izolației CT după umplere cu distilat.

1372. Se verifică lipsa tiristoarelor străpunse, a circuitelor RC deteriorate. Verificarea se efectuează cu ajutorul ohmmetrului.

1373. Se verifică integritatea ramurilor paralele a elementului fuzibil a fiecărei siguranțe de putere prin măsurarea rezistenței în curent continuu.

1374. Se verifică starea izolației a sistemului de comandă ale tiristoarelor, diapazonul de reglare a tensiunii redresate în cazul acțiunii la sistemul de comandă a tiristoarelor.

1375. CT se verifică în cazul funcționării sub sarcină. Verificarea se efectuează în următorul volum:

1) distribuția curenților între ramurile paralele ale brațelor convertizoarelor. Abaterea valorilor curenților în ramuri de la valoarea medie aritmetică a curentului ramurii trebuie să nu depășească 10%;

2) distribuția tensiunilor inverse între tiristoarele conectate în serie, cu luarea în considerare a supratensiunilor de comutare. Abaterea valorii instantanee a tensiunii inverse față de valoarea medie pe tiristorul ramurii trebuie să fie nu mai mare de $\pm 20\%$;

3) distribuția curentului între convertizoarele conectate în paralel. Curenții nu trebuie să difere mai mult de $\pm 10\%$ față de valoarea nominală medie a curentului prin convertizor;

4) distribuția curentului în ramurile brațelor de același fel în CT conectate în paralel. Abaterea de la valoarea medie calculată a curentului ramurii aceluiași braț trebuie să fie nu mai mare de $\pm 20\%$.

Secțiunea 6

Verificarea aparatajului de comutație, aparatajului serviciilor proprii ale instalațiilor statice pentru consumul și livrarea puterii reactive

1376. Verificarea se efectuează în corespundere cu instrucțiunile uzinei producătoare și Capitolele VIII-XIII, XXIV, XXIX din prezentul Titlu.

CAPITOLUL XXXV
ECHIPAMENT ELECTRIC AL SISTEMELOR DE EXCITAȚIE ALE
GENERATOARELOR ȘI COMPENSATOARELOR SINCRONE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

1377. Normele pentru valorile rezistenței izolației, măsurate la temperatura de 10-30°C, sunt prezentate în tabelul 122.

Secțiunea 2
Încercări cu tensiune mărită de frecvența industrială 50 Hz

1378. Valoarea tensiunii de încercare se alege în conformitate cu tabelul 122.

1379. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor transformatoarelor și a mașinilor electrice în sistemele de excitație

1380. Măsurările rezistențelor se efectuează la temperatura stabilită, apropiată de temperatura mediului ambiant. Rezistența măsurată se raportează la temperatura respectivă pentru compararea acesteia cu datele uzinei producătoare sau cu datele măsurărilor precedente.

1381. Rezistența înfășurărilor mașinilor electrice (generator auxiliar în SEIT, generator de inducție în EÎF, generator sincron inversat din sistemul SEFP) nu trebuie să difere mai mult de 2% de datele uzinei producătoare. Rezistența înfășurărilor transformatoarelor (de redresare în SAT, SEIT, SEFP; conectate în serie – în unele SAT) nu trebuie să difere mai mult de 2%. Rezistențele ramurilor paralele ale înfășurărilor de lucru a generatoarelor de inducție nu trebuie să difere una de alta mai mult de 15%, iar rezistențele fazelor subexcitatoarelor rotative – nu mai mult de 10%.

Secțiunea 4
Verificarea transformatoarelor de redresare, în serie, serviciilor proprii, de excitație primară, transformatoarelor de măsurare de tensiune și de curent

1382. Verificarea se efectuează în conformitate cu volumul și normele, prezentate în Capitolele VI-XIII.

1383. Pentru transformatoare în serie, suplimentar se determină dependența dintre tensiunile înfășurărilor secundare deschise și curentul statorului generatorului $U_{2ts}=f(I_{st})$.

1384. Caracteristica $U_{2ts}=f(I_{st})$ se stabilește la determinarea caracteristicilor de scurtcircuit trifazat a blocului/generatorului până la $I_{st,nom}$. Caracteristicile fazelor separate, în cazul transformatoarelor monofazate în serie, nu trebuie să difere între ele mai mult de 5%.

Secțiunea 5

Determinarea caracteristicilor generatorului sincron auxiliar de frecvență industrială în sistemele de excitație independente cu tiristoare

1385. Generatorul auxiliar (în continuare – GA) de frecvență industrială în sistemele de excitație independentă cu tiristoare (în continuare – SEIT) se verifică în conformitate cu cerințele Capitolului II.

1386. În cazul încercărilor caracteristica de scurtcircuit a GA se determină până la $I_{st,nom}$, iar caracteristica de mers în gol până la $1,3 \cdot U_{st,nom}$ cu verificarea izolației spirelor timp de 5 min.

Secțiunea 6

Determinarea caracteristicilor generatorului de inducție, în comun cu instalația de redresare din sistemele de excitație de înaltă frecvență cu semiconductoare în cazul înfășurării de excitație în serie deconectate

1387. Caracteristica de mers în gol a generatorului de inducție în comun cu instalația de redresare din sistemele de excitație de înaltă frecvență cu semiconductoare (în continuare – SEÎFS) ($U_{st}, U_{i,r} = f(I_{e,i})$), unde ($I_{e,i}$) – curentul din înfășurarea de excitație independentă, determinată până la valoarea $U_{i,r}$, care corespunde valorii duble a tensiunii nominale a rotorului, nu trebuie să difere de caracteristica uzinei producătoare. Devierile de tensiune între diodele conectate în serie a instalației de redresare, trebuie să nu depășească 10% din valoarea medie.

1388. Caracteristica de scurtcircuit a generatorului de inducție în comun cu instalația de redresare, de asemenea nu trebuie să difere mai mult de 5% de caracteristica uzinei producătoare. În cazul curentului redresat, ce corespunde curentului nominal al rotorului, devierea curenților din ramurile paralele în brațele instalației de redresare trebuie să nu depășească $\pm 20\%$ din valoarea medie. De asemenea se determină caracteristica de sarcină la funcționarea pe rotor până la $I_{pXX}[I_p = f(I_{B.B})]$.

Secțiunea 7

Determinarea caracteristicii exterioare a subexcitatorului rotativ din sistemele de excitație de înaltă frecvență cu semiconductoare

1389. În cazul modificării sarcinii pe subexcitator (sarcina este DRAE), modificarea tensiunii subexcitatorului trebuie să nu depășească valorile indicate în documentația uzinei producătoare.

1390. Diferența de tensiuni pe faze trebuie să nu depășească 10%.

Tabelul 122. Rezistența izolației și tensiunea de încercare

Obiectul încercat	Măsurări a rezistenței a izolației		Încercarea cu tensiunea mărită	Notă
	Tensiunea megohm metrului, V	Valoarea minimă a rezistenței izolației, MΩ	Valoarea tensiunii de încercare	
<p>1. CT al circuitului rotorului generatorului principal în sistemele de excitație SAT, SEIT:</p> <p>Circuitele de putere a convertizoarelor, circuitele de protecție legate cu tiristoare, înfășurările secundare ale transformatoarelor sistemului de comandă; separatoarele deconectate (SAT) adiacente convertizoarelor, înfășurările primare ale transformatoarelor SP (SAT).</p> <p>În sistemele cu răcire cu apă a CT, în cazul încercărilor, apa lipsește.</p>	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare CT, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare pentru înfășurarea rotorului	<p>În raport cu carcasa și circuitele secundare a CT conectate la aceasta (înfășurările primare ale transformatoarelor de impuls ale SCT, contactelor-bloc ale siguranțelor de putere, înfășurărilor secundare ale transformatoarelor divizoarelor de curent), a elementelor circuitului de putere adiacente CT (înfășurărilor secundare ale transformatoarelor SP din SAT, părții opuse a separatoarelor în SAT de unele tipuri).</p> <p>Tiristoare (anozii, catodii, electrozii de comandă) în cazul încercărilor trebuie să fie șuntate, iar blocurile SCT trebuie să fie decuplate din conectoare.</p>
<p>2. CT în circuitul de excitație al excitatorului SEFP: părțile active de putere, tiristoarele și circuitele legate cu acestea (vezi pct. 1). CT în circuitul de excitație a GA al SEIT</p>	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a CT, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a înfășurării de excitație a generatorului inversat sau GA	<p>În raport cu carcasa și circuitele secundare a CT conectate la aceasta, care nu sunt conectate cu circuite de putere, vezi pct. 1.</p> <p>În cazul încercărilor CT are intrările și ieșirile deconectate de la circuitul de putere; tiristoarele (anozii, catodii, electrozii de comandă) trebuie să fie șuntate, iar blocurile SCT trebuie să fie</p>

				decuplate din conectoare.
3. Instalația de redresare în SEÎFS	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a instalației de redresare, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a înfășurării rotorului	În raport cu carcasa. În cazul încercărilor instalația de redresare este deconectată de la sursa de alimentare și înfășurările rotorului, barele de alimentare și barele de ieșire (A, B, C, +, -) sunt unite.
4. Generator sincron auxiliar GA în SEIT:				
- înfășurările statorului	2500	Conform Capitolul ui II Secțiunea 3	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării statorului GA, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare pentru înfășurarea rotorului generatorului principal	În raport cu carcasa și între înfășurări/faze.
- înfășurările de excitație	1000	Conform Capitolul ui II Secțiunea 3	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării de excitație a GA	În raport cu carcasa.
5. Generator de inducție în SEÎFS:				
- înfășurările de lucru (trei faze) și înfășurarea de excitație în serie	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a înfășurării rotorului generatorului	În raport cu carcasa și înfășurările de excitație independentă conectate cu aceasta, între înfășurări.
- înfășurările excitației independente	1,0	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei	În raport cu carcasa și între înfășurările excitației independente.

			producătoare a înfășurărilor	
6. Subexcitator în SEÎFS	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	Fiecare fază față de alte, legate la carcasă.
7. Generator inversat în comun cu convertizorul rotativ în SEFP:				
- înfășurările indusului în comun cu convertizorul rotativ;	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării indusului	În raport cu carcasa. Excitatorul este deconectat de la rotorul generatorului. Ventilele, circuitele RC sau varistoarele sunt șuntate (sunt legate bornele +, -, curentului alternativ) iar periile inelelor de contact de măsurare sunt ridicate.
- înfășurările de excitație a generatorului inversat	500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării de excitație, dar nu mai mică de 1,2 kV	În raport cu carcasa. Înfășurările de excitație sunt deconectate din schemă.
8. Transformatorul de redresare în SAT	2500	Conform Capitolul ui V Secțiunea 4	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor transformatorului de redresare; înfășurările secundare pentru SEFP și GA – nu mai mică de 1,2 kV	În raport cu carcasa și între înfășurări.
Transformatoarele de redresare în GA (SEIT) și SEFP	2500 – înfășurarea primară,	Idem	Idem	

	1000 – înfășura rea secunda ră			
9. Transformatoarele în serie SAT	2500	Idem	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor	Idem
10. Conductoare-bare, ce leagă sursele de alimentare (GA în SEIT, transformatoarele de redresare și CT în SAT, generator-inductor în SEÎFS) cu CT sau convertizoare cu diode, conductoare-bare de curent continuu:				
- fără aparataj conectat	2500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a conductoarelor-bare	În raport cu „pământ” și între faze
- cu aparataj conectat	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării rotorului	Idem
11. Elementele de putere ale SAT, SEIT, SEÎFS (surse de alimentare, convertizoare) cu toate aparatele conectate inclusiv până la întrerupătoarele de intrare a excitației, sau până la separatoarele de ieșire a convertizoarelor (schemele sistemelor de excitație fără excitatoare de rezervă):				

- sistemului de răcire fără apă a convertizoarelor și sistemului de răcire cu apă în cazul sistemului de răcire neumplut cu apă;	1000	1	1 kV	În raport cu carcasa
- în cazul umplerii cu apa (cu rezistența specifică nu mai mică de 75 kΩ·cm) a sistemul de răcire a CT.	1000	1	1 kV	Blocurile sistemului de comandă a tiristoarelor sunt decuplate
12. Circuitele de putere a excitației generatorului fără înfășurarea rotorului (în aval de întrerupătorul de intrare a excitației sau separatoarele de curent continuu, a se vedea pct. 11): dispozitivul ASC, descărcător, rezistor de putere, conductoare-barele. Circuitele conectate la inelele de măsurare în SEFP (înfășurarea rotorului este deconectată)	1000	1	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătorului a rotorului	În raport cu „pământ”

Secțiunea 8

Verificarea elementelor generatorului sincron inversat, a convertizorului rotativ din sistemele de excitație fără perii

1391. Se măsoară rezistențele în curent continuu a legăturilor de contact de trecere a redresorului rotativ: rezistența conductorului-bară, ce constă din bornele înfășurărilor și a prizoanelor de trecere, ce conectează înfășurarea indusului cu siguranțe în cazul existenței acestora; conexiunile diodelor cu siguranțe; rezistența siguranțelor convertizorului rotativ. Rezultatele măsurărilor se compară cu normele uzinei producătoare.

1392. Se verifică efortul de strângere a diodelor, siguranțelor, circuitelor RC, varistoarelor în conformitate cu normele uzinei producătoare.

1393. Se măsoară curenții inverși ale diodelor convertizorului rotativ din schema completă cu circuitele RC sau varistoare, în cazul tensiunii egale cu tensiunea remanentă pentru această clasă. Curenții trebuie să nu depășească valorile admisibile, indicate în instrucțiunile uzinei producătoare a sistemelor de excitație.

Secțiunea 9

Determinarea caracteristicilor generatorului inversat și a redresorului rotativ în regimuri de scurtcircuit trifazat a generatorului/blocului, verificarea preciziei de măsurare a curentului rotorului

1394. Se măsoară curentul statorului I_{st} , curentul de excitație a excitatorului $I_{e.e}$, tensiunea rotorului U_r și se determină corespunderea caracteristicilor uzinei producătoare a excitatorului $U_p=f(I_{e.e})$. Conform curenților măsurați ai statorului și a caracteristicii de scurtcircuit a uzinei producătoare a generatorului $I_{st}=f(I_r)$, se determină corectitudinea reglării traductoarelor de curent al rotorului sau a dispozitivelor speciale pentru măsurarea curentului rotorului. Devierea curentului rotorului (curentului de ieșire SEFP), măsurată cu traductor de tip „ДТП-II”, trebuie să nu depășească 10% din valoarea calculată a curentului rotorului.

Secțiunea 10

Verificarea convertizoarelor cu tiristoare din sistemele de autoexcitație cu tiristoare, de excitație independentă cu tiristoare, de excitație fără perii

1395. Măsurarea rezistenței izolației și încercarea cu tensiunea mărită se efectuează în conformitate cu tabelul 123.

1396. Se efectuează încercări hidraulice cu presiune mărită a apei a CT cu sistem de răcire cu apă. Valoarea presiunii și timpul de acțiune a acesteia trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare pentru fiecare tip de convertizor. Se efectuează verificarea repetată a izolației CT după umplerea cu distilat în conformitate cu tabelul 123.

1397. Se verifică lipsa tiristoarelor străpunse, circuitelor RC defectate. Verificarea se efectuează cu ajutorul ohmmetrului.

1398. Se verifică integritatea ramurilor paralele a elementelor fuzibile a fiecărei siguranțe de putere prin intermediul măsurării rezistenței în curent continuu.

1399. Se verifică starea izolației sistemului de comandă a tiristoarelor, intervalul de reglare a tensiunii redresate în cazul acțiunii asupra sistemului de comandă a tiristoarelor.

1400. Se verifică CT în cazul funcționării generatorului în regim nominal cu curentul nominal al rotorului. Verificarea se efectuează în volumul următor:

1) repartizarea curenților între ramurile paralele ale brațelor convertizoarelor, devierea valorilor curenților în ramuri de la valoarea medie aritmetică a curentului ramurii, trebuie să nu depășească 10%;

2) repartizarea tensiunilor remanente între tiristoarele conectate în serie cu luarea în considerare a supratensiunilor de comutație, devierea valorii instantanee a tensiunii remanente de la cea medie pe tiristorul ramurii trebuie să fie nu mai mare de $\pm 20\%$;

3) repartizarea curentului între convertizoarele conectate în paralel, curenții nu trebuie să difere mai mult de $\pm 10\%$ de valoarea medie calculată a curentului prin convertizor;

4) repartizarea curentului în ramurile brațelor omonime ale CT conectate în paralel, devierea de la valoarea medie calculată a curentului din ramuri brațelor omonime trebuie să fie nu mai mare de $\pm 20\%$.

Secțiunea 11

Verificarea instalației de redresare cu diode în sistemul de excitație de frecvență înaltă în cazul funcționării generatorului în regim nominal cu curentul nominal al rotorului

1401. Se determină repartizarea curentului dintre ramuri paralele ale brațelor, devierea de la valoarea medie trebuie să nu depășească $\pm 20\%$;

1402. Se determină repartizarea tensiunilor remanente pe diodele conectate în serie, devierea de la valoarea medie trebuie să nu depășească 20%.

Secțiunea 12

Verificarea aparatajului de comutație, rezistoarelor de putere, aparatajului serviciilor proprii ale sistemelor de excitație

1403. Verificarea se efectuează în corespundere cu instrucțiunile uzinei producătoare și a Capitolului XXVIII din prezentul Titlu.

1404. În cazul utilizării în structura schemei sistemului de excitație în calitate de sursă independentă de alimentare a sistemului SP a obiectului energetic se efectuează încercările în vederea menținerii reușite a funcționării normale a sistemului de excitație la funcționarea în mers în gol a generatorului și la sarcina normală în timpul trecerii la surse de alimentare de rezervă.

Secțiunea 13

Măsurarea temperaturii tiristoarelor de putere, diodelor de putere, siguranțelor de putere, barelor de putere și altor elemente ale convertizoarelor și a tablourilor în care acestea sunt amplasate

1405. Măsurările se efectuează după conectarea sistemelor de excitație sub sarcină.

1406. Temperaturile elementelor trebuie să nu depășească cele admisibile conform instrucțiunilor uzinei producătoare.

1407. În cazul verificării se recomandă utilizarea instalațiilor cu termoviziune.

1408. Se admite utilizarea pirometrelor.

CAPITOLUL XXXVI DISPOZITIVE DE PORNIRE CU TIRISTOARE

Secțiunea 1

Informații generale despre dispozitivele de pornire cu tiristoare

1409. În prezentul capitol se indică volumul și normele de încercări a echipamentului electric de putere ale dispozitivelor de pornire cu tiristoare (în continuare – DPT) utilizate pentru pornirea compensatoarelor sincrone instalate la stațiile electrice.

1410. Indicațiile sunt date pentru următoarele structuri de putere generale a DPT. Tensiunea de alimentare pe intrările de putere a DPT se aplică de la secția SP, ieșirea DPT, prin aparatele de comutație, se conectează prin întreruptor la circuitele statorului turbogeneratorului. Pentru efectuarea inversării rotorului generatorului în timpul pornirii, în înfășurarea rotorului se aplică curentul de excitație a generatorului conform algoritmilor speciali.

1411. În componența setului principal de livrare a DPT fac parte următoarele echipamente:

- 1) două bobine de reactanță trifazate limitatoare de curent la intrarea și ieșirea DPT;
- 2) convertizor de frecvență cu tiristoare, ce include:
 - a) dulap de putere a redresorului;
 - b) dulap de putere a inverterului;
 - c) dulap de comandă;
 - d) bobine de reactanță de nivelare.

1412. Echipamentul suplimentar DPT, ce nu face parte din setul de livrare:

- 1) întrerupătoare de tensiune înaltă destinate pentru conectarea DPT la secțiile IDP-6 kV a SP ale blocului;
- 2) întrerupătoare de tensiune înaltă destinate pentru conectarea IDP la generator;
- 3) conductoarele-bare destinate pentru conectarea bobinelor de reactanță, limitatoarele de curent la celulele IDP-6 kV a secției SP și la dulapurile de putere a convertizoarelor;
- 4) cablurile de tensiune înaltă destinate pentru conectarea bobinei de reactanță la dulapurile de putere ale convertizoarelor și cablul, care alimentează cu tensiunea de 6 kV de la secția SP;
- 5) transformatoarele de tensiune instalate în celula secției 6 kV SP a blocului și la bornele statorului generatorului, destinate pentru sincronizarea convertizorului cu circuitul de alimentare și pentru asigurarea protecției împotriva creșterii tensiunii la ieșirea din DPT;
- 6) transformatoarele de curent instalate pe cablul de alimentare în celula secției 6 kV, destinate pentru protecția maximală la curent a DPT.

1413. În cazul abaterii componenței echipamentului electric și aparatajului de cele indicate mai sus, se efectuează ajustarea respectivă a volumului încercărilor.

1414. Indicațiile privind verificarea și controlul sistemelor de comandă, reguletoarelor automate, dispozitivelor de protecție, automatizărilor, diagnosticării tehnice, legăturilor cu sistemele teletinformaționale cu care sunt echipate DPT, sunt prezentate în materialele uzinei producătoare pentru fiecare tip de DPT, indicațiile metodice speciale de reglare.

1415. Efectuarea încercărilor și verificărilor la obiectul energetic a întregului complex de echipamente și aparataj, ce face parte din componența DPT, se efectuează conform programelor speciale, elaborate cu participarea uzinei producătoare a DPT sau a agentului economic – furnizor a DPT.

Secțiunea 2

Măsurarea rezistenței izolației

1416. Normele pentru valorile rezistenței izolației, măsurate la temperatura de 10-30°C, sunt prezentate în tabelul 123.

Secțiunea 3

Încercări cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

1417. Valoarea tensiunii de încercare se alege conform tabelului 123.

1418. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Secțiunea 4

Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor transformatoarelor, bobinelor de reactanță și dispozitivelor de nivelare în dispozitivele de pornire cu tiristoare

1419. Măsurările rezistențelor se efectuează la temperatură stabilită, apropiată de temperatura mediului ambiant. Rezistența măsurată, pentru compararea rezultatelor acestora cu datele uzinei producătoare, se raportează la temperatura corespunzătoare.

1420. Rezistența înfășurărilor nu trebuie să difere mai mult de 5% de la datele uzinei producătoare.

Secțiunea 5

Verificarea transformatoarelor, bobinelor de reactanță și dispozitivelor de nivelare, transformatoarelor de măsurare de tensiune și curent

1421. Verificarea se efectuează în corespundere cu volumul și normele expuse în Capitolele V-XII, cu luarea în considerare a specificului efectuării verificărilor pentru tipuri concrete de aparataj, în conformitate cu documentația uzinei producătoare.

Tabelul 123. Rezistența izolației și tensiunea de încercare

Obiectul încercat	Măsurarea rezistenței izolației		Încercarea cu tensiunea mărită	Notă
	Tensiunea megohmm-ului, V	Valoarea minimă a rezistenței izolației, MΩ	Valoarea tensiunii de încercare	
1. CT, circuitele spre statorul și rotorul generatorului: circuitele de putere ale convertizoarelor, circuitele de protecție legate cu tiristoare, înfășurările secundare ale transformatoarelor de ieșire a sistemului de dirijare, separatoarele deconectate adiacente convertizoarelor, înfășurările primare ale transformatoarelor SP. În cazul încercărilor, în sistemele de răcire cu apă a CT, apa lipsește.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a CT, dar nu mai mică de 0,8 tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării rotorului	În raport cu carcasa și circuitele secundare a CT conectate la aceasta (înfășurările primare ale transformatoarelor cu impuls ale SCT, contactele-bloc ale siguranțelor de putere, înfășurărilor secundare ale transformatoarelor divizoarelor de curent), a elementelor circuitului de putere adiacente CT (înfășurările secundare ale transformatoarelor SP). Tiristoarele (anozi, catodi, electrozi de dirijare) în cazul încercărilor trebuie să fie șuntate, iar blocurile SCT decuplate din contacte.
2. Transformatorul de redresare în sistemele DPT.	2500	Conform Capitolului V Secțiunea 4	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor transformatorului de redresare	În raport cu carcasa și între înfășurări
3. Conductoare-bare ce leagă sursele de alimentare cu CT, cabluri de putere:				
- fără aparataj conectat	2500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a conductoarelor-bare	În raport cu „pământul” și între faze

- cu aparataj conectat	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării rotorului	Idem
4. Elementele de putere ale sistemelor DPT (sursele de alimentare, convertizoare) cu toate aparatele conectate până la întrerupătoarele de intrare sau până la separatoarele de ieșire a convertizoarelor:				
- sistemului de răcire fără apă a convertizoarelor și sistemului de răcire cu apă în cazul sistemului de răcire neumplut cu apă;	1000	1	1 kV	În raport cu carcasa
- în cazul umplerii cu apă (cu rezistența specifică nu mai mică de 75 k Ω ·cm) a sistemul de răcire a CT.	1000	1	1 kV	Blocurile sistemului de dirijare a tiristoarelor sunt decuplate de la fișă
5. Circuite de putere de excitare a generatorului fără înfășurarea rotorului (după întrerupătorul de intrare a excitației sau separatoarelor de curent continuu, vezi pct. 4): instalația ASC, descărcător, rezistor de putere, conductoare-bare.	1000	1	0,8 din tensiunea de încercarea a uzinei producătoare a rotorului	În raport cu „pământul”

Secțiunea 6

Verificarea convertizoarelor cu tiristoare ale dispozitivelor de pornire cu tiristoare

1422. Măsurarea rezistenței și încercarea cu tensiune mărită a izolației se efectuează în conformitate cu tabelul 123.

1423. Se efectuează încercări hidraulice cu apă la presiune mărită a CT dotate cu sistem de răcire cu apă. Presiunea și durata de aplicare trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare pentru fiecare tip de convertizor. Verificarea repetată a rezistenței CT, se efectuează după umplerea cu distilat în conformitate cu tabelul 123.

1424. Se efectuează verificarea lipsei tiristoarelor străpunse, circuitelor RC deteriorate.

1425. Verificarea se efectuează cu ohmmetru.

1426. Se verifică integritatea ramurilor paralele a elementelor fuzibile a fiecărei siguranțe de putere prin măsurarea rezistenței în curent continuu.

1427. Se verifică starea izolației sistemului de comandă a tiristoarelor, intervalul de reglare a tensiunii redresate la acțiunea sistemului de comandă a tiristoarelor.

1428. Se verifică CT în timpul lucrului la rotorul generatorului. Verificarea se efectuează în următorul volum:

1) distribuția curenților între ramurile paralele a brațelor convertizoarelor. Abaterile valorilor curenților în ramuri de la media aritmetică a valorilor curenților ramurii trebuie să fie nu mai mare de 10%;

2) distribuția tensiunii inverse între tiristoarele conectate în serie cu luarea în considerare a supratensiunilor de comutare. Abaterea instantanee a valorilor tensiunii inverse de la medie la tiristor și ramură trebuie să fie nu mai mare de $\pm 20\%$;

3) distribuția curentului între convertizoarele conectate în paralel. Curenții nu trebuie să difere mai mult de $\pm 10\%$ de la valoarea medie de calcul a curentului parcurs de convertizor;

4) distribuția curentului în ramuri omonime conectate în paralel cu CT. Devierea de la valoarea medie de calcul a ramurilor omonime trebuie să fie nu mai mare de $\pm 20\%$.

Secțiunea 7

Verificarea aparatelor de comutație și a echipamentului auxiliar al dispozitivelor de pornire prin tiristor

1429. Verificarea se efectuează conform instrucțiunilor uzinei producătoare și Capitolului XXVIII.

Secțiunea 8

Măsurarea temperaturii tiristoarelor de putere, siguranțelor, barelor și altor elemente ale convertizoarelor și tablourilor în care acestea sunt instalate

1430. Măsurarea se efectuează nemijlocit după finalizarea ciclului de lucru a DPT pentru pornirea turboagregatului pe gaz.

1431. Temperatura elementelor trebuie să nu depășească valorile indicate de instrucțiunile uzinei producătoare.

1432. La verificare se recomandă utilizarea instalațiilor de termoviziune.

1433. Se admite utilizarea pirometrelor.

CAPITOLUL XXXVII

ECHIPAMENTELE ELECTRICE ALE AGREGATELOR DE SCHIMBARE A VITEZEI MECANISMELOR SERVICIILOR PROPRII

1434. Agregatele de schimbare a vitezei sunt agregatele dispozitivelor de acționare cu reglare a frecvenței (în continuare – ARF) și dispozitivele de pornire lentă (în continuare – DPL) utilizate pentru SP sau pentru a asigura inversarea lină de la zero, sau pentru inversarea și dirijarea ulterioară a vitezei de lucru. În funcție de puterea mecanismului SP, agregatele de schimbare a vitezei pot avea tensiune nominală mai mică și mai mare de 1000 V.

1435. În componența setului de livrare a ARF și DPL, de obicei, sunt incluse următoarele echipamente electrice de putere:

- 1) redresor cu tiristoare sau diode;
- 2) regulator de putere cu miez feromagnetic;
- 3) invertor de putere cu chei de control.

1436. Indicațiile cu privire la verificarea și controlul sistemelor de dirijare a ARF și DPL sunt specificate în materialele uzinei producătoare a acestor agregate complexe.

Secțiunea 1

Măsurarea rezistenței izolației

1437. Normele pentru valorile rezistenței izolației, măsurate la temperatura de 10-30°C sunt prezentate în tabelul 124.

Secțiunea 2

Încercări cu tensiune mărită de frecvență industrială 50 Hz

1438. Valoarea tensiunii de încercare se alege în conformitate cu tabelul 124.

1439. Durata aplicării tensiunii de încercare – 1 min.

Secțiunea 3

Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor bobinelor de reactanță de filtrare și dispozitivelor de nivelare ale agregatelor

1440. Măsurările rezistențelor se efectuează la temperatură stabilă, apropiată de temperatura mediului ambiant.

1441. Rezistența măsurată pentru compararea acesteia cu datele uzinei producătoare sau cu datele măsurărilor precedente se raportează la temperatura corespunzătoare.

1442. Rezistența înfășurărilor nu trebuie să difere mai mult de 5% de la datele uzinei producătoare.

Secțiunea 4

Verificarea aparatajului de comutație și aparatajului serviciilor proprii ale agregatului

1443. Verificarea se efectuează în corespundere cu instrucțiunile uzinei producătoare și Capitolului XXVIII din prezentul Titlu.

Secțiunea 5

Verificarea convertizoarelor cu tiristoare și diode

1444. Măsurarea rezistenței și încercarea cu tensiune mărită a izolației se efectuează în corespundere cu tabelul 124.

1445. Se efectuează încercările hidraulice cu presiune mărită a apei ale CT și convertizoarelor cu diode cu sistem de răcire cu apă. Valoarea presiunii și timpul de acțiune a acestora trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare pentru fiecare tip de convertizor. Se efectuează verificarea repetată a izolației convertizoarelor după umplerea cu distilat în corespundere cu tabelul 124.

1446. Se verifică lipsa dispozitivelor cu semiconductoare străpunse și rupte, circuitelor RC deteriorate cu ajutorul ohmmetrului alimentat de la o sursă de alimentare cu tensiunea nu mai mică de 3 V.

1447. Se verifică integritatea ramurilor paralele ale elementului fuzibil a fiecărei siguranțe fuzibile de putere prin măsurarea rezistenței în curent continuu.

1448. Se verifică:

- 1) starea izolației a sistemului de comandă a tiristoarelor sau a diodelor;
- 2) intervalul unghiului de reglare în cazul acțiunii asupra sistemului de comandă a tiristoarelor ale redresorului și inverterului.

1449. Se verifică agregatul în timpul lucrului la motor. În acest caz se verifică valoarea tensiunilor inverse pe tiristoare, cu luarea în considerare a supratensiunilor de comutație.

Secțiunea 6

Măsurarea temperaturii dispozitivelor de putere cu semiconductoare, barelor și altor elemente constructive ale convertizoarelor

1450. Măsurările se efectuează pentru agregatele ARF după stabilirea regimului termic la sarcina nominală, iar pentru DPL imediat după inversare.

1451. Temperaturile elementelor trebuie să nu depășească valorile, admisibile stabilite de instrucțiunile uzinei producătoare și Normativului.

Tabelul 124. Rezistența izolației și tensiunea de încercare

Elementul încercat	Măsurarea rezistenței izolației		Încercări cu tensiunea mărită	Notă
	Tensiunea megohmmetrului, V	Valoarea minimă a rezistenței izolației, MΩ	Valoarea tensiunii de încercare	
1. Redresor cu tiristoare sau diode cu tensiunea 6 kV.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	În raport cu carcasa și circuitele secundare de comandă conectate la aceasta (înfășurările primare a transformatoarelor cu impuls ale SCT)
2. Redresor cu tiristoare sau diode cu tensiunea 0,4 kV.	500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	În raport cu carcasa și circuitele secundare de comandă conectate la aceasta (înfășurările primare a transformatoarelor cu impuls ale SCT)
3. Filtru de putere cu frecvență mică din regulatorul cu miez feromagnetic și capacități de 6 kV.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor regulatorului	În raport cu carcasa
4. Filtru de putere cu frecvență mică din regulatorul cu miez feromagnetic și capacități de 0,4 kV.	1000	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor regulatorului	În raport cu carcasa
5. Invertor de putere cu chei dirijate cu tensiunea de 6 kV.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	În raport cu carcasa și circuitele secundare de comandă conectate la aceasta (înfășurările primare a transformatoarelor cu impuls ale SCT)
6. Invertor de putere cu chei dirijate cu tensiunea de 0,4 kV.	500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	În raport cu carcasa și circuitele secundare de comandă conectate la aceasta (înfășurările primare a transformatoarelor cu impuls ale SCT)

Notă: Cablurile de putere se supun încercărilor în corespundere cu normativele de încercare ale acestora, concomitent cu echipamentul de bază.

CAPITOLUL XXXVIII AGREGATE ȘI SURSE DE ALIMENTARE NEÎNTRERUPTIBILE

Secțiunea 1

Norme de încercări ale agregatelor și surselor de alimentare neîntreruptibile

1452. Volumul și normele încercărilor a agregatelor și surselor de alimentare neîntreruptibile (în continuare – ASAN) trebuie să fie efectuate în corespundere cu cerințele Capitolelor I, VI, VII, XIV, XV, XXIII, XXV, XXIX, XXX, din prezentul Titlu.

CAPITOLUL XXXIX TURBINE EOLIENE

Secțiunea 1

Norme de încercări ale generatoarelor, motoarelor, transformatoarelor, cablurilor și altor părți componente ale turbinelor eoliene

1453. Generatoarele, motoarele, transformatoarele, cablurile și alte părți componente ale turbinelor eoliene trebuie să fie supuse măsurărilor și încercărilor în conformitate cu Capitolele respective din prezentul Titlu.

CAPITOLUL XXXX SISTEME FOTOVOLTAICE

1454. La efectuarea măsurărilor și încercărilor sistemelor fotovoltaice trebuie să fie respectate cerințele SM EN 62446-1 „Sisteme fotovoltaice (PV). Cerințe pentru încercări, documentație și mentenanță. Partea 1: Sisteme conectate la rețea. Documentație, încercări de punere în funcțiune și inspecție”.

1455. Echipamentele electrice de curent alternativ, care fac parte din sistemele fotovoltaice, trebuie să fie supuse măsurărilor și încercărilor în conformitate cu Capitolele respective din prezentul Titlu.

1456. Echipamentele electrice de curent continuu trebuie să fie supuse măsurărilor și încercărilor în conformitate cu Secțiunile 1-7 din prezentul Capitol.

1457. Modulele de curent alternativ se încearcă în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

Secțiunea 1

Verificarea continuității electrice a legăturii la pământ și conductoarelor de echipotențializare

1458. În locurile legării la pământ și/sau conductoarele de echipotențializare sunt conectate la partea de curent continuu este necesar de efectuat verificarea continuității electrice.

1459. Este necesar de verificat conexiunea cu BPLP.

Secțiunea 2

Verificarea polarității

1460. Verificarea polarității se efectuează pentru toate cablurile de curent continuu.

1461. După confirmarea polarității trebuie de verificat identificarea prin culori și corectitudinea conectării la elementele sistemului fotovoltaic.

1462. Pentru asigurarea securității și prevenirea defectării echipamentului conectat este necesar de efectuat verificarea polarității până la efectuarea altor încercări și măsurări și până la conectarea aparatelor de comutație, precum și aparatelor de protecție.

Secțiunea 3

Verificarea cutiei de joncțiune al șirului fotovoltaic

1463. Verificarea cutiei de joncțiune se efectuează pentru a se asigura că toate șirurile conectate la cutia de joncțiune sunt conectate corect.

1464. Polaritatea șirurilor fotovoltaice poate fi testată cu ajutorul multimetrului digital între polul pozitiv și negativ sau între unul dintre poli și pământ. Este necesar de verificat că toate valorile măsurate sunt consecvent pozitive sau negative.

Secțiunea 4

Măsurarea tensiunii de mers în gol al șirului fotovoltaic

1465. Măsurarea tensiunii de mers în gol al fiecărui șir fotovoltaic se efectuează până la conectarea aparatelor de comutare sau instalarea aparatelor de protecție în cazul prezenței acestora.

1466. Valoarea tensiunii măsurate de mers în gol a șirului trebuie să fie evaluată pentru a asigura că aceasta corespunde valorii de referință (în limitele de $\pm 5\%$).

1467. Dacă valoarea măsurată a tensiunii este semnificativ mai mică în raport cu valoarea de referință a tensiunii, trebuie verificată polaritatea de conexiune a modulelor fotovoltaice, verificate diodele de bypass dacă nu sunt scurtcircuitate sau verificarea izolației pentru stabilirea defectărilor.

1468. Dacă valoarea tensiunii este mai mare în raport cu valoarea de referință a tensiunii, trebuie verificată corectitudinea amenajării conductoarelor electrice.

Secțiunea 5

Măsurarea curentului șirului fotovoltaic

1469. Măsurarea curentului șirului fotovoltaic poate fi efectuată prin două metode:

- 1) măsurarea curentului de scurtcircuit;
- 2) încercarea operațională.

Subsecțiunea 1

Măsurarea curentului de scurtcircuit al șirului fotovoltaic

1470. Măsurarea curentului de scurtcircuit se efectuează pentru fiecare șir sau cablajului submagistralei fotovoltaice (în continuare – HSA).

1471. Valoarea măsurată se compară cu valoarea șirului similar, adiacent sau cu valoarea de referință calculată.

1472. Diferența între valoarea măsurată și valoarea de referință calculată trebuie să nu depășească $\pm 10\%$.

1473. Valoarea de referință poate fi obținută din diagramele de putere al modulului de la uzina producătoare sau calculate din documentația tehnică a uzinei producătoare.

1474. Pentru sistemele cu mai multe șiruri identice, șiruri cu același număr și tip de module, rezultatele măsurărilor curenților de scurtcircuit în șiruri individuale pot fi comparate între ele.

1475.În cazul condițiilor stabile de iradiere, curenții în șiruri identice trebuie să fie aceleași și nu mai mare de 10% din curentul mediu al șirurilor.

1476.În cazul iradierii instabile, când nivelul iradierii se schimbă rapid, este posibil că variațiile între nivelele de referință și între șiruri să fie mai mari de 10%. În aceste condiții pot fi utilizate următoarele metode:

- 1) măsurarea se amână până la apariția iradierii stabile;
- 2) măsurarea poate fi efectuată utilizând mai multe contoare, cu un contor instalat la șirul de referință. Două citiri a datelor trebuie să fie efectuate simultan și nu trebuie să difere mai mult de $\pm 10\%$.

Subsecțiunea 2 Încercarea operațională

1477.În cazul sistemului fotovoltaic ce este în regim normal de funcționare, în punctul puterii maxime a invertorului, trebuie să fie măsurat curentul pe fiecare șir sau cablajului sub magistralei fotovoltaice (HSA). Curentul în cablul șirului se măsoară cu ajutorul unui clește ampermetric sau cu ajutorul ampermetrului/transformatorului de curent încorporat în invertor sau cutiile de joncțiune al șirului de la uzina producătoare.

1478.Valorile măsurate trebuie comparate cu valorile șirului adiacent identic sau valorile calculate de referință în conformitate cu Subsecțiunea 1 din prezenta Secțiune.

1479.În cazul iradierii instabile pot fi utilizate următoarele metode:

- 1) măsurarea se amână până la apariția iradierii stabile;
- 2) măsurarea poate fi efectuată utilizând mai multe contoare, cu un contor instalat la șirul de referință;
- 3) poate fi utilizat un contor de iradiere pentru ajustarea datelor curente;
- 4) poate fi utilizat contor de încercări fotovoltaice;
- 5) poate fi determinată caracteristica tensiune-curent.

Secțiunea 6 Încercări funcționale

1480. Trebuie să fie efectuate următoarele încercări funcționale:

- 1) aparatele de comutație și alte aparate de control trebuie să fie încercate pentru asigurarea funcționării normale, corectitudinea amenajării și conectării;
- 2) invertoarele care fac parte din sistemul fotovoltaic trebuie încercate pentru asigurarea funcționării normale. Metodele de încercare sunt prezentate în documentația tehnică a uzinei producătoare.

1481.Încercările funcționale care necesită conectarea la instalația de curent alternativ se efectuează numai după amenajarea și încercarea părții de curent alternativ al sistemului fotovoltaic.

Secțiunea 7 Măsurarea rezistenței izolației matricei fotovoltaice

1482. La efectuarea măsurării rezistenței izolației matricei fotovoltaice trebuie să fie respectate cerințele de securitate prezentate în SM IEC 62446-1 „Sisteme fotovoltaice (PV). Cerințe pentru încercări, documentație și mentenanță. Partea 1: Sisteme conectate la rețea. Documentație, încercări de punere în funcțiune și inspecție”.

1483. Măsurarea trebuie să fie repetată cel puțin pentru fiecare matrice sau sub-matrice fotovoltaică. În caz de necesitate este posibilă măsurarea șirurilor separate.

1484. Măsurarea poate fi efectuată conform următoarelor metode:

1) măsurarea rezistenței între matricea „negativă” și pământ și ulterior măsurarea între matricea „pozitivă” și pământ.

2) măsurarea între pământ și matricele „pozitivă” și „negativă” scurtcircuitate.

1485. În cazurile când carcasa este legată la pământ, legarea la pământ poate fi efectuată la bornele legate la pământ sau la carcasa matricei. Dacă este utilizată carcasa matricei, este necesar de verificat calitatea contactului și integritatea conturului carcasei metalice.

1486. În cazurile când carcasa nu este legată la pământ, se efectuează măsurarea rezistenței izolației:

1) între cablurile matricei și pământ;

2) între cablurile matricei și carcasa.

1487. Pentru matricele care nu au părți conductoare accesibile măsurarea trebuie efectuată între cablurile matricei și ILP.

1488. Tensiunea maximă de încercare trebuie să fie nu mai mare decât tensiunea de încercare a modulelor, aparatelor de comutație, protecțiilor împotriva supratensiunilor sau altor părți componente ale sistemului.

1489. Aparatul de măsurare a rezistenței trebuie să fie conectat între pământ și cablul/cablurile sau barele colectoare, în conformitate cu metoda de măsurare selectată.

1490. Pentru matricele fotovoltaice cu puterea maximă (de vârf) mai mică de 10 kW rezistența izolației trebuie să fie măsurată conform tensiunilor prezentate în tabelul 125. Valorile minime ale rezistenței izolației sunt prezentate în tabelul 125.

Tabelul 125. Valorile minime ale rezistenței matricelor fotovoltaice cu puterea maximă (de vârf) mai mică de 10 kW

Tensiunea sistemului ($U_{mgus} \cdot 1,25$)	Tensiunea de încercare, V	Rezistența, $M\Omega$
<120	250	0,5
mai mare de 120 și mai mică de 500	500	1
mai mare de 500 și mai mică de 1000	1000	1
>1000	1500	1

1491. Pentru matricele fotovoltaice cu puterea maximă (de vârf) mai mare de 10 kW, măsurarea rezistenței izolației se efectuează conform uneia din următoarele metode:

1) efectuarea măsurării rezistenței izolației la șiruri separate sau șiruri combinate. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată cu tensiunile prezentate în tabelul 125. Se consideră că rezultatul este satisfăcător dacă rezistența izolației este nu mai mică valorile prezentate în tabelul 125.

2) efectuarea măsurării rezistenței a întregii matrice/sub matrice. Matricea/sub-matricea poate îndeplini cerințele tabelul 125. Dacă măsurarea conform acestei metode eșuează, atunci trebuie utilizată metoda din sbp. 1). Rezistența izolației trebuie măsurată conform tensiunilor de încercare din tabelul 125. Se consideră că rezultatul este satisfăcător dacă rezistența izolației este nu mai mică de valorile prezentate în tabelul 125.

1492. Dacă valorile rezistenței măsurate sunt mai mici de valorile prezentate în tabelul 125, atunci sistemul trebuie să fie încercat din nou cu utilizarea unui număr mai mic de șiruri în circuitul măsurat.

Secțiunea 8 Măsurări și încercări recomandate

1493. Măsurările și încercările din prezenta Secțiune au caracter de recomandare și pot fi efectuate după ce sistemul fotovoltaic a fost supus măsurărilor și încercărilor din Secțiunile 1-7 ale prezentului Capitol.

1494. Din aceste măsurări și încercări fac parte:

- 1) determinarea caracteristicii tensiune-curent al șirului;
- 2) inspectarea matricei fotovoltaice cu cameră infraroșie;
- 3) măsurarea tensiunii de legare la pământ;
- 4) încercarea diodei de blocaj;
- 5) încercarea rezistenței izolației umede a matricei fotovoltaice;
- 6) măsurarea nivelului de umbrire.

1495. Măsurările și încercările se efectuează în conformitate cu SM EN 62446-1.

TITLU VI IZOLAȚIA INSTALAȚIILOR ELECTRICE

CAPITOLUL I IZOLAȚIA LINIILOR ELECTRICE ȘI IDD

Secțiunea 1 Cerințe generale

1496. Cerințele capitolului dat se aplică la alegerea izolației echipamentelor electrice la curent alternativ cu tensiunea nominală cuprinsă între 6-400 kV.

1497. Alegerea izolatoarelor sau a structurilor izolante din sticlă sau porțelan trebuie efectuată conform lungimii efective specifice a căii de scurgere în funcție de gradul de poluare în locul amplasării echipamentului electric și tensiunea nominală a acestuia. Alegerea izolatoarelor sau a structurilor izolante din sticlă sau porțelan poate fi efectuată și conform caracteristicilor de descărcare în stare poluată și cu umiditate sporită.

1498. Alegerea izolatoarelor sau a structurilor izolante din polimeri în funcție de gradul de poluare și tensiunea nominală trebuie efectuată conform caracteristicilor de descărcare în stare poluată și cu umiditate sporită.

1499. Determinarea gradului de poluare trebuie efectuată în funcție de caracteristicile surselor de poluare și distanța dintre acestea și echipamentele electrice cu utilizarea valorilor din tabelele 128-131. În cazurile în care utilizarea valorilor din tabelele 128-131 nu este posibilă, determinarea gradului de poluare trebuie efectuată prin intermediul hărții gradului de poluare.

1500. În apropierea întreprinderilor industriale, centralelor termoelectrice, centralelor electrice cu termoficare și a surselor de umiditate cu conductivitate electrică ridicată, determinarea gradului de poluare, de regulă, trebuie efectuată conform hărții gradului de poluare.

1501. Lungimea căii de scurgere L (cm) a izolatoarelor și structurilor izolante din sticlă sau porțelan trebuie determinată conform formulei:

$$L = \lambda_e \cdot U \cdot k;$$

unde: λ_e este lungimea efectivă specifică a căii de scurgere, conform tabelului 126;

U – tensiunea maximă de lucru între faze, kV;

k – coeficientul de utilizare a lungimii căii de scurgere, conform tabelelor 137-140.

Secțiunea 2 Izolația liniilor electrice aeriene

1502. Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a ghirlandelor de susținere a izolatoarelor și izolatoarelor de suport de tip tijă ale LEA cu stâlpi metalici și din beton armat în funcție de gradul de poluare și tensiunea nominală trebuie stabilită conform tabelului 126.

Tabelul 126. Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a ghirlandelor de susținere a izolatoarelor și izolatoarelor de suport de tip tijă ale LEA cu stâlpi metalici și din beton armat, izolației exterioare a echipamentelor electrice și izolatoarelor din IDD

Gradul de poluare	λ_e , cm/kV (nu mai puțin), la tensiunea nominală, kV	
	mai mică de 35	110-400
1	1,90	1,60
2	2,35	2,00
3	3,00	2,50
4	3,50	3,10

1503. Distanțele de izolare prin aer de la părțile active sub tensiune ale echipamentelor electrice până la părțile stâlpilor legate la ILP trebuie să corespundă cerințelor Capitolului XXXII din Titlul V.

1504. Numărul izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă în ghirlandele de susținere și în lanțul de ghirlande de construcție specială (de tip V, Λ , \wedge , Y etc, amenajate din izolatoare de același tip) ale LEA cu stâlpi metalici și din beton armat stabilit conform formulei:

$$m = \frac{L}{L_i};$$

unde: L_i este lungimea căii de scurgere a unui izolator conform datelor uzinei producătoare a izolatorului dat, cm.

Dacă valoarea lui m nu este un număr întreg, se alege următoarea valoare cu număr întreg.

1505. La LEA cu tensiunea 6-10 kV cu stâlpi metalici și/sau din beton armat numărul izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă în ghirlandele de susținere și de întindere trebuie determinat conform pct. 1504 și indiferent de materialul stâlpului trebuie să fie nu mai mic de două.

1506. La LEA cu tensiunea 35-110 kV cu stâlpi metalici și/sau din beton armat numărul izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă în ghirlandele de întindere de orice tip, în zonele cu gradul de poluare 1 și 2, trebuie majorat cu un izolator în fiecare ghirlandă în comparație cu numărul de izolatoare obținut conform pct. 1504.

1507. La LEA cu tensiunea 330-400 kV cu stâlpi metalici și/sau din beton armat numărul izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă în ghirlandele de întindere trebuie determinat conform pct. 1504.

1508. La LEA cu tensiunea 6-10 kV cu stâlpi din lemn, în zonele cu gradul de poluare 1 și 2, lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a izolatoarelor trebuie să fie nu mai mică de 1,5 cm/kV.

1509. În ghirlandele stâlpilor LEA din cadrul deschiderilor (trecherilor) mari trebuie să fie prevăzut câte un izolator de suspensie de tip capă-tijă suplimentar, din sticlă sau porțelan, la fiecare 10 m de depășire a înălțimii stâlpului mai mult de 50 m, în comparație cu numărul de izolatoare determinat pentru ghirlande într-un circuit pentru $\lambda_e=1,9$ cm/kV pentru LEA cu tensiunea 6-35 kV și $\lambda_e=1,4$ cm/kV pentru LEA cu tensiunea 110-400 kV. În același timp, numărul de izolatoare în

ghirlandele acestor stâlpi trebuie să fie nu mai mic decât cel necesar după condițiile de poluare în zona trecerii.

1510.În ghirlandele cu izolatoare de suspensie de tip capă-tijă din sticlă sau porțelan, suspendate la înălțime mai mare de 100 m, trebuie să fie prevăzute 2 izolatoare suplimentare la numărul determinat în conformitate cu pct. 1504 și 1509.

1511.Alegerea izolației LEA cu conductoare izolate trebuie efectuată în conformitate cu cerințele pct. 1502-1510.

Secțiunea 3

Izolația exterioară din sticlă și porțelan a echipamentelor electrice și IDD

1512.Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a izolației exterioare de porțelan a echipamentelor electrice și izolatoarelor IDD cu tensiunea 6-400 kV, precum și a părții exterioare a racordurilor IDÎ, în funcție de gradul de poluare și tensiunea nominală, trebuie să fie stabilită în conformitate cu tabelul 126.

1513.La alegerea izolației IDD distanțele de izolare prin aer de la părțile active sub tensiune ale IDD până la construcțiile legate la ILP trebuie să corespundă cerințelor prezentului Titlu.

1514.Numărul izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă din cadrul ghirlandelor de suspensie și de întindere ale IDD trebuie determinat conform pct. 1504-1507 cu adăugarea în fiecare circuit a ghirlandei cu tensiunea 110 kV – a unui izolator, cu tensiunea 220-330 kV – 2 izolatoare, cu tensiunea 400 kV – 3 izolatoare.

1515.În cazul lipsei echipamentelor electrice care să corespundă cerințelor tabelului 126, pentru zonele cu gradul de poluare 3 și 4, trebuie utilizate echipamente, izolatoare și racorduri la tensiuni nominale mai mari, cu izolație conform cerințelor tabelului 126.

1516.În zone cu condiții de poluare ce depășesc gradul 4 de poluare, de regulă, trebuie prevăzută amenajarea IDÎ.

1517.IDD cu tensiunea 400 kV și, de regulă, IDD cu tensiunea 110-330 kV cu un număr mare de conexiuni nu trebuie amplasate în zone cu gradul de poluare 3 și 4.

1518.Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a izolației exterioare a echipamentelor electrice și izolatoarelor în IDÎ cu tensiunea 110 kV și mai mare trebuie să constituie nu mai puțin de 1,2 cm/kV în zone cu gradul 1 de poluare și nu mai puțin de 1,5 cm/kV în zone cu gradul de poluare 2-4.

1519.În zone cu gradul de poluare 1-3 trebuie utilizate IDP și PTP cu izolație conform tabelului 126. În zone cu gradul 4 de poluare se admite utilizarea doar a IDP și PTP cu izolatoare de construcție specială.

1520.Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a izolatoarelor conductoarelor-bare de construcție rigidă sau flexibilă, amenajate deschis în exterior, trebuie să corespundă tabelului 126:

1) $\lambda_e=1,9$ cm/kV la tensiunea nominală 20 kV pentru conductoarele-bare de 10 kV în zonele cu gradul de poluare 1-3;

2) $\lambda_e=3,0$ cm/kV la tensiunea nominală 20 kV pentru conductoarele-bare de 10 kV în zona cu gradul de poluare 4;

3) $\lambda_e=2,0$ cm/kV la tensiunea nominală 35 kV pentru conductoarele-bare de 13,8-24 kV în zonele cu gradul de poluare 1-4.

CAPITOLUL II ALEGEREA IZOLAȚIEI

Secțiunea 1 Alegerea izolației conform caracteristicilor de descărcare

1521. Ghirlandele LEA cu tensiunea 6-400 kV, izolația exterioară a echipamentelor electrice și izolatoarele IDD cu tensiunea 6-400 kV în condiții de poluare și umiditate sporită trebuie să fie nu mai mici decât valorile tensiunii de descărcare (50%), de frecvență industrială, specificate în tabelul 127.

Tabelul 127. Tensiunea de descărcare (50%) a ghirlandelor LEA 6-400 kV, izolației exterioare a echipamentelor electrice și izolatoarelor IDD cu tensiunea 6-400 kV în condiții de poluare și umiditate sporită

Tensiunea nominală a instalațiilor electrice, kV	Tensiunea de descărcare (50%), kV
6	8
10	13
35	42
110	110
220	220
330, 400	315

1522. Conductanța specifică a stratului de poluant trebuie să constituie nu mai puțin de:

- 1) pentru gradul de poluare 1 – 5 μS ;
- 2) pentru gradul de poluare 2 – 10 μS ;
- 3) pentru gradul de poluare 3 – 20 μS ;
- 4) pentru gradul de poluare 4 – 30 μS .

Secțiunea 2 Determinarea gradului de poluare

1523. În regiunile care nu se încadrează în zona de influență a surselor de poluare industrială poate fi utilizată izolație cu lungimea efectivă specifică a căii de scurgere mai mică decât cea specificată în tabelul 126 pentru gradul de poluare 1.

1524. Zonele cu gradul de poluare 1 includ teritoriile care nu se încadrează în zona de influență a surselor de poluare industrială și naturală.

1525. În zonele industriale, în cazul existenței datelor argumentate, poate fi utilizată izolație cu lungimea efectivă specifică a căii de scurgere mai mare decât cea specificată în tabelul 126 pentru gradul de poluare 4.

1526. Gradul de poluare în apropierea întreprinderilor industriale trebuie să fie determinat conform tabelelor 128-130 în funcție de tipul și volumele estimate ale produselor fabricate, precum și de distanța până la sursa de poluare.

1527. Volumul estimat de produse fabricate de întreprinderile industriale se determină prin însumarea volumelor tuturor tipurilor de produse. Gradul de poluare în zona de dispersie a poluanților a întreprinderilor existente sau nou construite trebuie să fie determinat după volumul maxim anual al produselor fabricate, ținând cont de planul de dezvoltare a întreprinderii pe următorii 10 ani.

Tabelul 128. Gradul de poluare în apropierea întreprinderilor de producere a celulozei și hârtiei

Producerea	Volumul estimat al produselor fabricate, mii tone/an	Gradul de poluare la distanța de la sursa de poluare, m			
		până la 500	500-1000	1000-1500	mai mare de 1500
Celulozei	până la 75	1	1	1	1
	75÷150	2	1	1	1
	150÷500	3	2	1	1
	500÷1000	4	3	2	1
Hârtiei	Nu se normează	1	1	1	1

Tabelul 129. Gradul de poluare în apropierea întreprinderilor de producere a materialelor de construcții

Producerea	Volumul estimat al produselor fabricate, mii tone/an	Gradul de poluare la distanța de la sursa de poluare, m						
		până la 250	250-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-3000	mai mare de 3000
Ciment	până la 100	1	1	1	1	1	1	1
	100-500	2	2	1	1	1	1	1
	500-1500	3	3	2	1	1	1	1
	1500-2500	3	3	3	2	1	1	1
	2500-3500	4	4	3	3	2	1	1
Azbest	Nu se normează	3	2	1	1	1	1	1
Materiale din beton	Nu se normează	2	1	1	1	1	1	1

Tabelul 130. Gradul de poluare în apropierea întreprinderilor industriei ușoare

Producerea	Volumul estimat al produselor fabricate	Gradul de poluare la distanța de la sursa de poluare, m		
		până la 250	250-500	mai mare de 500
Prelucrarea țesăturilor	Nu se normează	3	2	1
Producerea pieilor artificiale și materialelor polimerice	Nu se normează	2	1	1

1528. Gradul de poluare în apropierea centralelor termoelectrice și centralelor termice industriale trebuie să fie determinat conform tabelul 131 în funcție de tipul combustibilului, puterea centralei și înălțimea coșurilor de fum.

Tabelul 131. Gradul de poluare în apropierea centralelor termoelectrice și centralelor termice industriale

Tipul combustibilului	Înălțim	Gradul de poluare la distanța de la sursa de
-----------------------	---------	--

	Puterea, MW	ea coșului de fum, m	poluare, m					
			până la 250	250- 500	500- 1000	1000 - 1500	1500 - 3000	mai mare de 3000
Centrale termoelectrice și centrale termice pe cărbune cu fracția de cenușă mai mică de 30%, păcură, gaz natural	Nu se normează	Nu se normează	1	1	1	1	1	1
Centrale termoelectrice și centrale termice pe cărbune cu fracția de cenușă mai mare de 30%	până la 1000	Nu se normează	1	1	1	1	1	1
	1000-4000	până la 180	2	2	2	1	1	1
		mai mare de 180	2	2	1	1	1	1
Centrale termoelectrice și centrale termice pe cărbune de șist	până la 500	Nu se normează	3	2	2	2	1	1
	500-2000	până la 180	4	3	2	2	2	1
		mai mare de 180	3	3	2	2	2	1

1529. La calculul distanțelor specificate în conformitate cu tabelele 128-131, hotarul sursei de poluare este curba care cuprinde toate locurile unde au loc emisii în atmosferă la întreprinderea sau centrala termoelectrică respectivă.

1530. În cazul depășirii volumului estimat al produselor fabricate sau puterii centralei termoelectrice, în comparație cu valorile indicate în tabelele 128-131, gradul de poluare trebuie majorat cel puțin cu o treaptă.

1531. În cazul prezenței la întreprindere a mai multor surse de poluare, volumul produselor fabricate trebuie determinat prin însumarea volumelor produselor tuturor secțiilor de producere.

1532. În cazul în care sursa de poluare a unei secții de producere separate se află la o distanță mai mare de 1000 m de alte surse de poluare, volumul anual de produse al acestei secții trebuie determinat separat. În acest caz gradul de poluare trebuie determinat conform pct. 1538.

1533. Dacă la o întreprindere industrială sunt fabricate produse din diferite categorii indicate în tabelele 128-131, gradul de poluare trebuie determinat conform pct. 1538.

1534. Hotarele unei zone cu un grad de poluare stabilit trebuie corectat ținând cont de roza vânturilor conform formulei:

$$S = S_0 \frac{W}{W_0};$$

unde: S este distanța de la hotarul sursei de poluare până la hotarul zonei cu gradul de poluare dat, corectată ținând cont de roza vânturilor, m;

S_0 – distanța normativă de la hotarul sursei de poluare până la hotarul zonei cu gradul de poluare dat cu roza vânturilor în circumferință, m;

W – valoarea medie anuală a frecvenței de repetare a vânturilor în cadranul examinat, %;

W_0 – frecvența de repetare a vânturilor a unui cadran cu roza vânturilor în circumferință, %.

Valoarea $\frac{S}{S_0}$ trebuie să fie limitată între $0,5 \leq \frac{S}{S_0} \leq 2$.

1535. Gradul de poluare în apropierea depozitărilor de materiale ce produc prafuri, clădirilor și structurilor de depozitare, stațiilor de epurare trebuie determinate în conformitate cu tabelul 132.

Tabelul 132. Gradul de poluare în apropierea depozitărilor de materiale ce produc prafuri, clădirilor și structurilor de depozitare și stațiilor de epurare (depozitari de cenușă, gunoiști, întreprinderi de reciclare a deșeurilor, depozite de îngrășăminte minerale și chimice).

Gradul de poluare la distanța de la sursa de poluare, m		
până la 200	200-600	mai mare de 600
3	2	1

1536. Gradul de poluare în apropierea căilor auto cu utilizare intensivă a reagenților chimici în timpul iernii trebuie determinat în conformitate cu tabelul 133.

Tabelul 133. Gradul de poluare în apropierea căilor auto cu utilizare intensivă a reagenților chimici în timpul iernii

Gradul de poluare la distanța de căile auto, m		
până la 25	25-100	mai mare de 100
3	2	1

1537. Gradul de poluare în apropierea turnurilor de răcire trebuie determinat în conformitate cu tabelul 134 în cazul valorilor conductivității specifice a apei de recirculare mai mici de 1000 $\mu\text{S/cm}$ și în conformitate cu tabelul 135 în cazul valorilor conductivității specifice cuprinse între 1000-3000 $\mu\text{S/cm}$.

Tabelul 134. Gradul de poluare în apropierea turnurilor de răcire în cazul valorilor conductivității specifice a apei de recirculare mai mici de 1000 $\mu\text{S/cm}$

Gradul de poluare al zonei	Distanța de la turnurile de răcire, m	
	până la 150	mai mare de 150
1	2	1
2	3	2
3	4	3
4	4	4

Tabelul 135. Gradul de poluare în apropierea turnurilor de răcire în cazul valorilor conductivității specifice a apei de recirculare cuprinse între 1000-3000 $\mu\text{S/cm}$

Gradul de poluare al zonei	Distanța de la turnurile de răcire, m		
	până la 150	150-600	mai mare de 600

1	3	2	1
2	4	3	2
3	4	4	3
4	4	4	4

1538. Gradul de poluare în cazul suprapunerii poluanților de la două surse independente, determinat conform pct. 1534 cu luarea în calcul a rozei vânturilor, se stabilește în conformitate cu tabelul 136 indiferent de tipul de poluare industrial sau natural.

Tabelul 136. Gradul de poluare în cazul suprapunerii poluanților de la două surse independente

Gradul de poluare de la I sursă	Gradul de poluare estimat după gradul de poluare a sursei II de poluare		
	2	3	4
2	2	3	4
3	3	4	4
4	4	4	4

Secțiunea 3

Coeficienți de utilizare a tipurilor principale de izolatoare și structurilor izolante (de sticlă și ceramică)

1539. Coeficienții de utilizare k a structurilor izolante, constituite din izolatoare de același tip, trebuie determinați prin intermediul formulei:

$$k = k_i \cdot k_c;$$

unde: k_i este coeficient de utilizare a izolatorului;

k_c – coeficient de utilizare a construcției cu ramuri paralele sau consecutiv paralele.

1540. Coeficienții de utilizare k_i a izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă, cu caracteristici de izolare reduse a suprafeței inferioare a elementului izolant, trebuie determinați în conformitate cu tabelul 137 funcție de raportul dintre lungimea căii de scurgere a izolatorului L_i și diametrul D al capei izolatorului.

Tabelul 137. Coeficienți de utilizare k_i a izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă, cu caracteristici de izolare reduse a suprafeței inferioare a elementului izolant

L_i/D	k_i
0,90-1,05 inclusiv	1,00
1,05-1,10 inclusiv	1,05
1,10-1,20 inclusiv	1,10
1,20-1,30 inclusiv	1,15
1,30-1,40 inclusiv	1,20

1541. Coeficienții de utilizare k_i a izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă de construcție specială, cu caracteristici de izolare majorate a suprafeței inferioare a elementului izolant, trebuie determinați în conformitate cu tabelul 138.

Tabelul 138. Coeficienți de utilizare k_i a izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă de construcție specială

Configurația izolatorului	k_i
Două aripi	1,20
Cu nervură majorată pe partea inferioară	1,25
Profil aerodinamic (con, semicircumferință)	1,0
În formă de clopot cu suprafața interioară netedă și suprafața exterioară cu nervuri	1,15

1542. Coeficienții de utilizare k_i a izolatoarelor de tip tijă (de linie, de suport) cu caracteristici de izolare reduse a suprafeței elementului izolant trebuie stabiliți egali cu 1,0, iar cele cu caracteristici de izolare majorate a suprafeței elementului izolant – 1,1.

1543. Coeficienții de utilizare k_i a izolației exterioare a echipamentelor electrice din cadrul instalațiilor electrice deschise, amenajate într-o construcție izolantă singulară, inclusiv izolatoarele de suport a instalațiilor electrice deschise cu tensiunea nominală până la 110 kV, precum și izolatoarele de suspensie de tip tijă cu tensiunea nominală 110 kV, trebuie determinați în conformitate cu tabelul 139 în funcție de raportul dintre lungimea căii de scurgere a izolatorului sau a structurii izolante L_i și lungimea h a părții izolante a acestora.

Tabelul 139. Coeficienți de utilizare a coloanelor izolante singulare, izolatoarelor de suport și de suspensie de tip tijă

L_i/h	mai mic de 2,5	2,5-3,00	3,01-3,30	3,31-3,50	3,51-3,71	3,71-4,00
k_k	1,0	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30

1544. Coeficienții de utilizare k_k a ghirlandelor într-un circuit și coloanelor singulare de suport, constituite din izolatoare de același tip, trebuie stabiliți egali cu 1,0.

1545. Coeficienții de utilizare k_k a construcțiilor cu ramuri paralele, constituite din elemente de același tip (ghirlande de suspensie și de întindere în mai multe circuite, coloane izolante) trebuie determinați în conformitate cu tabelul 140.

Tabelul 140. Coeficienți de utilizare k_k a construcțiilor cu ramuri electrice paralele

Numărul ramurilor paralele	1	2	3-5
k_k	1,0	1,05	1,10

1546. Coeficienții de utilizare k_k a ghirlandelor de tip ∇ și Λ cu ramuri într-un circuit trebuie stabiliți egali cu 1,0.

1547. Coeficienții de utilizare k_k a construcțiilor cu ramuri consecutiv-paralele, constituite din izolatoare de același tip (ghirlande de tip ∇ sau Λ coloane de suport cu mai multe ramuri paralele pe înălțime, precum și aparate de întindere la posturile de transformare) trebuie stabiliți egali cu 1,1.

1548. Coeficienții de utilizare k_i ai ghirlandelor într-un circuit și ai coloanelor singulare de suport, constituite din izolatoare de diferite tipuri cu coeficienți de utilizare k_{i1} și k_{i2} , trebuie determinați conform formulei:

$$k = \frac{L_1 + L_2}{\frac{L_1}{k_{i1}} + \frac{L_2}{k_{i2}}};$$

unde L_1 și L_2 este lungimea căii de scurgere a segmentelor structurilor izolante de același tip.

Analogic trebuie să fie determinată și valoarea k_i pentru structurile izolante de același tip în cazul prezenței mai multor tipuri de izolatoare.

1549. Configurația izolatoarelor de suspensie pentru zonele cu mai multe tipuri de poluanți trebuie stabilită în conformitate cu tabelul 141.

Tabelul 141. Zonele recomandate de utilizare a izolatoarelor de suspensie funcție de configurație

Configurația izolatorului	Caracteristica zonei de poluare
De tip capă-tijă cu suprafața inferioară cu nervuri ($L_i/D \leq 1,4$)	Zone cu gradul de poluare 1 și 2 cu orice tip de poluanți
De tip capă-tijă cu suprafața netedă în semicircumferință sau con	Zone cu gradul de poluare 1 și 2 cu orice tip de poluanți și zone cu poluanți industriali cu gradul de poluare nu mai mare de 3
De tip capă-tijă de ceramică	Zone cu gradul de poluare 4 în apropierea întreprinderilor de producere a cimentului
De tip tijă de ceramică ($L_i/h \leq 2,5$)	Zone cu gradul de poluare 1, inclusiv cu trasee greu accesibile ale LEA
De tip capă-tijă cu două nervuri	Zone cu poluanți industriali (gradul de poluare 2-4)
De tip tijă de ceramică de construcție specială ($L_i/h > 2,5$)	Zone cu gradul de poluare 2-4 cu orice tip de poluanți. Zone cu trasee greu accesibile ale LEA (gradul de poluare 2-3)
De tip tijă din polimeri	Zone cu gradul de poluare 1-2 cu orice tip de poluanți, inclusiv cu trasee greu accesibile ale LEA
De tip tijă din polimeri de construcție specială	Zone cu gradul de poluare 2-3 cu orice tip de poluanți, inclusiv cu trasee greu accesibile ale LEA

Notă: D - diametrul capei izolatorului, cm;

h - înălțimea părții izolante a izolatorului de tip tijă, cm;

L_i - lungimea căii de scurgere, cm.