



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА  
катедра „Електроенергетика“



---

РАЗРАБОТЕНИ ТЕМИ ЗА ДЪРЖАВЕН ИЗПИТ  
ЗА ОБРАЗОВАТЕЛНО-КВАЛИФИКАЦИОННА СТЕПЕН

„БАКАЛАВЪР“

СПЕЦИАЛНОСТ „ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА“

РАЗДЕЛ I

„Електротехнически материали, техника на високите напрежения  
и техническа безопасност“

Съставил:

доц. д-р инж. М. Йорданова

Версия 03.2019 г.

## СЪДЪРЖАНИЕ

ТЕМА 12. Нормативни основи и организация на управлението за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд.....	2
12.1. Здравословни и безопасни условия на труд.....	2
12.2. Трудова злополука .....	2
12.3. Организационни мероприятия за осигуряване на изискванията за безопасни и здравословни условия на труд обхващат: .....	3
12.4. Квалификация на персонала, организационни мерки за осигуряване на безопасност и здраве при работа с електрообзавеждане, в електрически уредби на електрически, топлофикационни централи и по електрически мрежи. ....	4
ТЕМА 13. Явления и процеси, създаващи опасност за злополуки от директен допир и мероприятия за защита .....	6
13.1. Основна изолация на тоководещите части.....	6
13.2. Изолиране на работното място. Изпълняват се условията: .....	6
13.3. Обвивки и прегради. ....	6
13.4. Защита чрез ограждения (в помещения за квалифициран персонал).....	7
13.5. . Защита чрез разполагане извън зоната на досегаемост (в помещения за квалифициран персонал). Използва се, когато не могат да се осигурят изискванията за обвивки или прегради. ....	7
13.6. Безопасно свръхниско напрежение (БСНН).....	7
ТЕМА 14. Явления и процеси, създаващи опасност за злополуки от индиректен допир и мероприятия за защита .....	9
ТЕМА 15. Заземителни и мълниезащитни инсталации .....	13
15.1. Изчисляване на заземителна инсталация (ЗИ).....	13
15.2. Оразмеряване на мълниезащитна инсталация.....	14
15.3. Защита от вторичните въздействия на мълнията.....	16
ДОПЪЛНИТЕЛНА ЛИТЕРАТУРА.....	17

## ТЕМА 12. Нормативни основи и организация на управлението за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд

### 12.1. Здравословни и безопасни условия на труд

Това са такива условия на труд, които не водят до професионални заболявания и злополуки при работа и създават предпоставка за пълно физическо, психическо и социално благополучие на работещите лица.

Осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд е система от нормативни актове и съответстващите им социално-икономически, организационни, технически, хигиенни и лечебно-профилактични мероприятия и средства, осигуряващи безопасност и запазване на здравето и работоспособността на човек в трудовата му дейност.

Основните задачи на осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд (ЗБУТ) са : изучаване на вредните и опасни въздействия върху човешкия организъм в работни условия и въвеждане на научно-обосновани правила, норми и мероприятия за оптимизиране на условията на труд и почивка.

В практическата дейност са обособени три области на ЗБУТ: трудово законодателство и управление на дейността; техническа безопасност и хигиена на труда.

### 12.2. Трудова злополука

Това е всяко травматично увреждане на здравето, станало по време и във връзка или по повод на извършваната работа, както и при всяка работа, извършена в интерес на предприятието, когато е причинило неработоспособност или смърт.

Трудова е и злополуката, станала с лица, осигурени за всички социални рискове или осигурени само за трудова злополука и професионална болест, по време на обичайния път при отиване или връщане от работното място до: основното място за живеене или друго място за живеене с постоянен характер; мястото, където осигуреният обикновено се храни през работния ден; мястото за получаване на възнаграждения.

**Ред за установяване, разследване, регистриране и отчитане на трудовите злополуки:**

Декларирането на трудовите злополуки: след уведомяване на ръководителя, той трябва да организира разследване на обстоятелствата на злополуката. Подава се декларация от ръководителя на осигурителя (работодателя) до териториалното поделение (ТП) на НОИ - в срок от 3 работни дни, ако се прецени, че злополуката може да се отнесе към трудова. Ако това не бъде извършено, пострадалият или негови наследници имат право да подадат такава декларация в едногодишен срок от настъпване на злополуката. Декларацията се издава за всяко пострадало лице. Всяка декларация се оформя в четири еднообразни екземпляра- един за пострадалия или негови наследници, един за ТП на НОИ и два за осигурителя. Лекуващият лекар издава болничен лист за временна нетрудоспособност в два екземпляра (за пострадалия и за ТП на НОИ). При пострадали три

и повече лица, при инвалидна или смъртна злополука се уведомяват и други компетентни органи, включително и прокуратурата.

Разследването и установяването на трудови злополуки от ТП на НОИ: Открива се досие за трудова злополука. Преценяване на необходимостта от разследване и издаване на заповед за производство на разследване на злополуката. Разследване се извършва във всички случаи на трима или повече пострадали, при инвалидност или смърт. Определяне на членове на комисия за разследване с представители от Д „ИТ“, от работодателя, от комитета или групата по условия на труд към предприятието. Съставяне на Протокол за разследване по образец. В срок от седем дни ТП на НОИ издава разпореждане за приемане или не на злополуката за трудова. Разпореждането се изпраща на осигурения и осигурителя в срок от седем дни от издаването му със съпроводително писмо и обратна разписка. Регистриране и отчитане на трудовите злополуки: Осигурителят поддържа регистър за трудови злополуки. НОИ поддържа национална информационна система за регистрираните трудови злополуки.

### 12.3. Организационни мероприятия за осигуряване на изискванията за безопасни и здравословни условия на труд обхващат:

- Издаване на правилници, инструкции и разпоредби по ТБ;
- Изработване и контрол по спазването на норми на нивата и времето на въздействие на вредни производствени фактори;
- Подбор на работещите по професионална пригодност и квалификация;
- Обучение по методите за правилна и безопасна работа.

Работодателят осигурява на всеки работещ подходящо обучение и/или инструктаж по безопасност и здраве при работа в съответствие със спецификата на извършваната дейност и на работното място, като отчита възможните опасности и резултатите от оценката на риска на съответното работно място. Работодателят писмено определя видовете обучения и инструктажи; лицата, които ще бъдат обучавани и/или инструктирани; програма и лицата, които ще провеждат обучението и/или инструктажа.

Инструктажът по безопасност и здраве при работа има за цел да даде на работниците и служителите практически указания за безопасно изпълнение на трудовата дейност, както и да ги запознае с конкретните условия на работа. Провежда се при постъпване на работа; при преместване на друга работа или промяна на работата; при въвеждане на ново или при промяна на работно оборудване и технология и периодично за поддържане и допълване на знанията на работещите по безопасност и здраве при работа.

Инструктажите по безопасност и здраве при работа са начален; на работното място; периодичен; ежедневен; извънреден.

Инструктажите се провеждат от длъжностни лица с подходящо образование по ред и при условия, определени от работодателя, като се отчитат характерът на изпълняваната работа, конкретните условия на работното място и съществуващият професионален риск.

#### 12.4. Квалификация на персонала, организационни мерки за осигуряване на безопасност и здраве при работа с електрообзавеждане, в електрически уредби на електрически, топлофикационни централи и по електрически мрежи.

Независимо от инструктажите по безопасност, персоналът, който ръководи, контролира или извършва работи или техническо и оперативно обслужване на действащо електрообзавеждане, уредби и мрежи, трябва да има образование и стаж, изисквани за заеманата длъжност; да е медицински освидетелстван съгласно нормативните актове за задължителни предварителни и периодични медицински прегледи на работниците и служителите; да притежава квалификационна група за безопасност при работа.

Квалификационните групи са от първа до пета, степенувани по отговорност и сложност на действията на лицата, свързани с осигуряване на безопасност при работа. Квалификационната група се придобива след провеждането на специализирано обучение на персонала за безопасност при работа и изпит. Изпит за квалификационна група се полага: при постъпване на работа; при повишаване на квалификационна група; при възстановяване на квалификационна група след отнемане/ понижаване; периодично, в срокове, определени в длъжностната характеристика. Квалификационната група зависи от заемана длъжност, образование, стаж и придобита вече квалификационна група.

Организационните мерки за безопасност при работа се определят и осъществяват в зависимост от начина на изпълнение на работата:

"Наряд" е писмено нареждане, с което се възлага извършване на конкретна работа по определен ред и правила, както и с определяне и изпълнение на мерки за безопасност. В наряда се определят видът и мястото на работата, условията за нейното извършване, времето за започване и завършване, отговорните лица за осигуряване на безопасността, мерките за безопасност, числеността и поименният състав на бригадата с притежаваната от всяко лице квалификационна група. Срокът на действие на наряда зависи от времето за извършване на работата (до 15 дни).

"Нареждане" е устно възлагане на конкретна работа или чрез средство за телекомуникация с уточняване на мястото и условията за нейното извършване, както и с указание за безопасност. Нарездането има еднократен характер и действа в продължение на работния ден. Когато се налага продължаване на работата и на следващия ден, нареждането се дава отново.

"Работа по реда на текущата експлоатация" е постоянно разрешена работа по утвърден списък, за която не се изискват допълнителни указания, нареждания и целеви инструктажи.

#### Организационните мерки включват:

1. утвърждаване на списъци за работите, изпълнявани с наряд, нареждане или по реда на текущата експлоатация;
2. определяне на лицата, отговорни за безопасното извършване на работите;

3. оформяне на работите при изпълнението с наряд, нареждане или по реда на текущата експлоатация - документирани в дневници, наряди, бланки и др., по определени образци.

Лицата, отговорни за безопасността, са:

1. издаващият наряд, даващият нареждане;
2. изготвящият и утвърждаващият списък на работите, изпълнявани по реда на текущата експлоатация;
3. допускащият до работа;
4. изпълнителят на работата;
5. наблюдаващият;
6. членовете на бригадата.

## ТЕМА 13. Явления и процеси, създаващи опасност за злополуки от директен допир и мероприятия за защита

Мерките, които се прилагат поотделно или съвместно срещу директен допир са:

1. Основна изолация на тоководещи части;
  2. Обвивки и прегради;
  3. Ограждения;
  4. Разполагане извън зоната на досегаемост;
  5. Безопасно свръхниско напрежение до 25 V (променливо и постоянно);
  6. Допълнителна защитна мярка до 1000 V - дефектно токови защиты с  $I_{\Delta n} \leq 30$  mA.
- Не се признава за пълна защитна мярка, а се комбинира с 1 до 5.

Защита срещу директен допир (ЗДД) не се изисква при напрежение до 25 V (променливо или постоянно) или в особени случаи при използване на лични предпазни средства.

### 13.1. Основна изолация на тоководещите части.

Трябва да издържа на всички въздействия в процеса на експлоатация.

Изолационни покрития от емайли, оксидация, лакове, текстилни оплетки и др. такива не се приемат за изолация. Когато основната изолация е чрез въздушна междина, ЗДД се осъществява посредством 2; 3; и 4.

### 13.2. Изолиране на работното място. Изпълняват се условията:

- Невъзможност за едновременно допиране до токопроводими части с различен потенциал;
- Невъзможност за допир до токопроводими части, които при повреда могат да се окажат под напрежение;
- Изолацията на работното място трябва да е устойчива на климатични, механични, електрически и топлинни натоварвания.

### 13.3. Обвивки и прегради.

Обвивки- част, предназначена да осигурява защита на съоръжение срещу външни въздействия и защита срещу директен допир от всички направления.

Прегради- част, осигуряваща защита срещу директен допир от всяко възможно направление за достъп.

Изискванията към обвивки и прегради при напрежение до 1000 V са:

- Да осигуряват степен на защита най-малко IP2X;
- Да имат сигурно закрепване и достатъчна механична якост;

- Да е възможен достъп зад преградата само с помощта на специален ключ или инструмент, след изключване на напрежението. Ако не може да се изпълни това, се слага допълнителна преграда (IP2X), която да се отстранява със специален ключ или инструмент.

- Горните хоризонтални повърхности на прегради или хоризонтални обвивки, когато са леснодостъпни, трябва да имат степен на защита най-малко IP4X.

#### **13.4. Защита чрез ограждения (в помещения за квалифициран персонал).**

Изработват се от електроизолационен материал и са предназначени за защита срещу допир до тоководещи части при напрежение до 1000 V или до опасно доближаване при напрежение над 1000 V, но не възпрепятстват преднамерено допиране или приближаване чрез заобикаляне.

За отстраняването им се не се изисква ключ или инструмент, но се закрепват срещу случайно сваляне.

#### **13.5. . Защита чрез разполагане извън зоната на досегаемост (в помещения за квалифициран персонал). Използва се, когато не могат да се осигурят изискванията за обвивки или прегради.**

Зона на досегаемост - част от пространството между всяка точка от повърхността, върху която обикновено стоят или се движат хора, и повърхността, която човек може да достигне с ръка във всички направления, без спомагателни средства.

При напрежения до 1000 V зоната на досегаемост от повърхността, на която се намират или по която се движат хора, във вертикална посока се ограничава на 2,5 m, а в хоризонтална посока – на 1,25 m. Разстоянието между достъпни за едновременен допир тоководещи части в електрически уредби до 1000 V е минимум 2,5 m. Не се допуска в зоната на досегаемост части за едновременен допир с различен потенциал. В местата, където се манипулира с токопроводими предмети с голяма дължина или значителен обем, разстоянията се увеличават съответно на размерите им.

При напрежения над 1000 V допустимите безопасните разстояния до тоководещи части, които могат да останат под напрежение при работа по наряд или нареждане, зависят от големината на напрежението и са: До 35 kV – 1 m; Над 35 до 110 kV – 1,5 m; При 220 kV – 2,5 m; При 400 kV – 4,5 m;

#### **13.6. Безопасно свръхниско напрежение (БСНН)**

БСНН – свръхниско напрежение, получавано от източник със защитно разделяне, при което никоя точка от вторичната верига няма връзка със земя, а достъпните за допиране тоководещи части не са преднамерено свързани със земя или защитен проводник. Използва се едновременно за защита от директен и индиректен допир. Изисквания при използване на БСНН:

а) Номиналното напрежение не надвишава 25 V, 50 Hz или 60 V постоянно.

б) Захранването е от специални източници: трансформатори за БСНН с електрически разделени намотки; електродвигател- генератор, чиито намотки са еквивалентно



разделени; батерии или акумулатори; електронни устройства със защиты, така че при вътрешна повреда на устройството, напрежението на изходните клеми да остава по малко от 25 V.

в) Изисквания към веригите: Тоководещите части на веригите за БСНН защитно се разделят помежду си и с други вериги;

- Щепселните съединения на веригите за БСНН – изработват се без защитен контакт и без възможност за включване в други контакти;

- Тоководещите части на веригите за БСНН не се свързват електрически със земята; други тоководещи части; защитни проводници на други вериги;

- Достъпните токопроводими части не се свързват преднамерено със земята; защитни проводници или достъпни токопроводими части на други вериги.

## ТЕМА 14. Явления и процеси, създаващи опасност за злополуки от индиректен допир и мероприятия за защита

Защитата срещу поражения при индиректен допир предотвратява поражения от електрически ток поради възникване и задържане на опасни напрежения на частите, които нормално не се намират под напрежение, поради повреда в изолацията. Мерките, които се прилагат поотделно или съвместно срещу индиректен допир са: Защитно заземяване (ЗЗ); Автоматично изключване на захранващото напрежение (АИЗН); Защитно изключване (ЗИ); Изравняване на потенциалите; Защитно изолиране (двойна или усилена изолация); Защитно разделяне (ЗР); Безопасно свръхниско напрежение БСНН или предпазно свръхниско напрежение ПСНН; Изолиращи (нетокопроводими) помещения, зони, площадки.

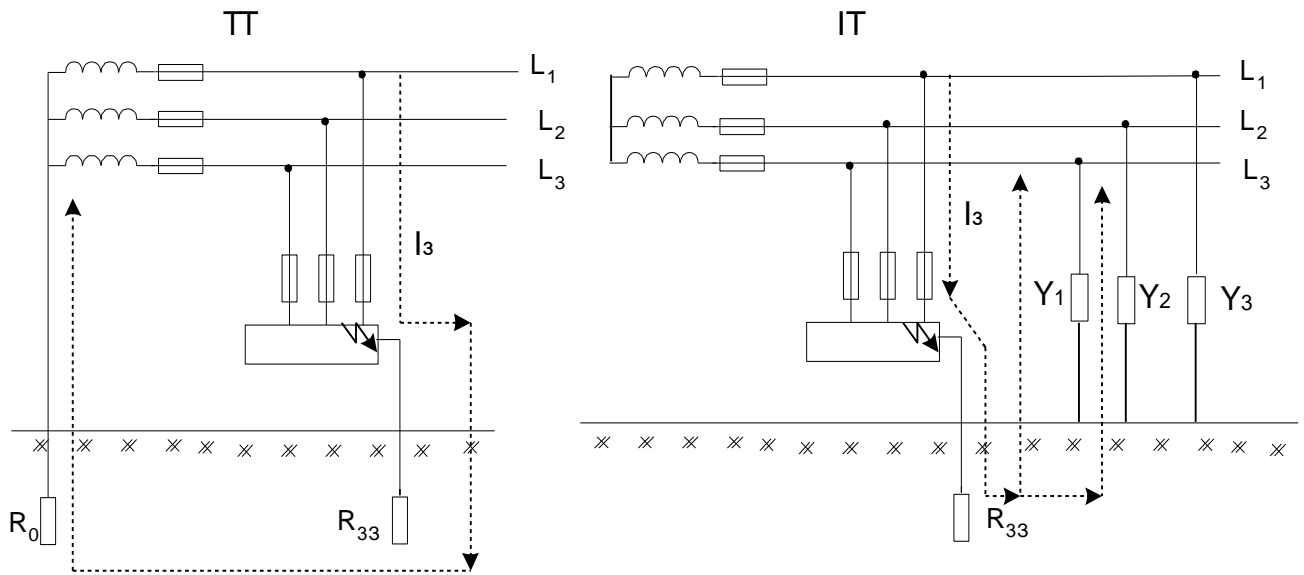
1. Заземяването е преднамерено свързване на части на електрически уредби, индустриални и комуникационни съоръжения със заземител или заземителна инсталация. В зависимост от функционалното предназначение заземяването се класифицира на: а) Работно заземяване - свързване на: полюс на двуфазен източник, звезден център на източника в трифазни мрежи или изведена средна точка на източник в двуфазни мрежи със земя; б) Защитно заземяване - основно защитно мероприятие за изделия от клас I, което се прилага към електропроводими части, които нормално не са под напрежение, за защита на хора от електрически удар при индиректен допир или защита от електростатични заряди; в) Мълниезащитно заземяване - прилага се към мълниезащити от пряко въздействие или вторични ефекти на мълниев разряд.

При корпусно съединение ефективността на защитното заземяване се оценява по изпълнението на поне едно от условията: 1) Намаляване до безопасни стойности ( $U_{д, доп}$ ,  $U_{кр, доп}$ ) на допирните ( $U_{д}$ ) и крачни ( $U_{кр}$ ) напрежения; 2) Задействане на токова защита (ТЗ) за изключване на дефектиралото съоръжение или участък от мрежата

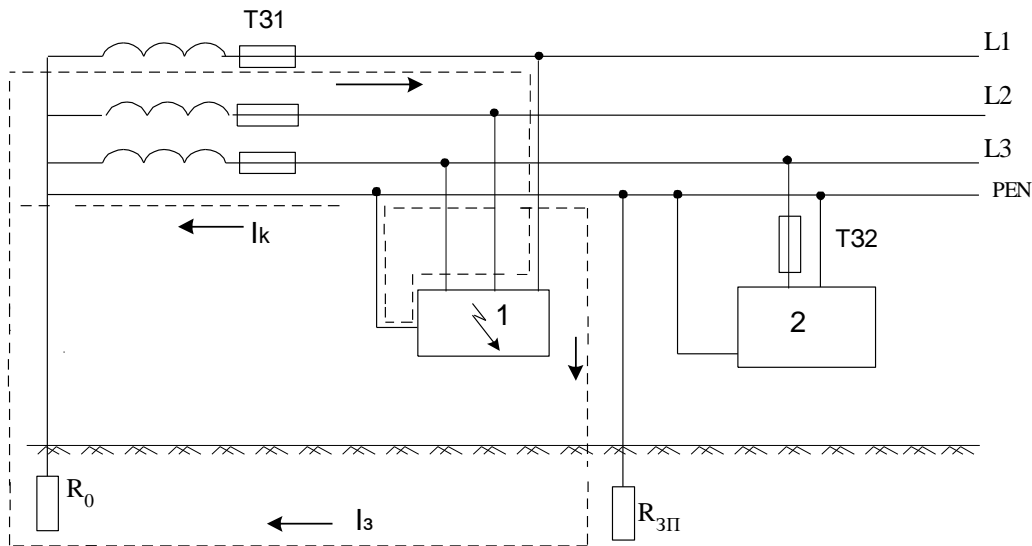
На фиг. 14.1 са показани принципни схеми на заземяване в мрежи с различен режим на работа на звездния център на източника.

2. Автоматично изключване на захранването - автоматично изключване на захранващото напрежение на фазата (полюса), в която е възникнал дефект на изолацията, или на всички фази (полюси), чрез задействане на устройство за максималнотокова защита или на специално предвиден защитен прекъсвач. При използване на автоматично изключване на захранването се изпълнява и главна система за изравняване на потенциалите, а при необходимост - и допълнителна система за изравняване на потенциалите.

В мрежи TN това защитно мероприятие е прието да се нарича зануляване. Зануляването - свързване на части на електрическата уредба, които подлежат на защита при индиректен допир (всички достъпни токопроводими части), с многократно заземения неутрален проводник. Целта на зануляването е: при поява на опасност за човек от индиректен допир да бъдат изключени от токова защита повреденото съоръжение или участък от мрежата.



Фиг. 144.1. Принципни схеми на защитно заземяване



фиг.14.2.  $R_0$  - съпротивление на работен заземител;  $R_{3П}$  - съпротивление на повторно заземяване; 1,2 - електрически консуматор (съответно - трифазен и еднофазен) ; T31- токова защита в разпределителна верига; T32- токова защита в крайна верига.

Принципната схема на защитно зануляване е показана на фиг.14.2. На схемата са показани посоките на тока в различните контури при корпусно съединение в съоръжението. Броят на тези контури е равен на броя на всички заземявания на РЕ или PEN.

Токът на еднофазно късо съединение (корпусно съединение)  $I_k$  на входа на всеки потребител трябва да предизвиква действие на технологичната защита:

$$I_k > I_a \quad I_a = k \cdot I_n \quad (14.1)$$

$I_a$ - максимален ток на действие на, А;  $I_n$ - номинален ток на вложката на стопяемия предпазител или макси-мален ток на настройка на термичния изключвател на прекъсвача, А;  $k$ - кратност на увеличаване на тока, от който се задейства защитата. Токът  $I_k$  зависи от импеданса  $Z_s$  на контура с повреда на изолацията, състоящ се от захранващия източник, фазовия проводник до точката на повредата и защитния проводник между точката на повредата и захранващия източник. Ефективността на зануляването е осигурена, когато импедансът  $Z_s$  е достатъчно малък. Това е спазено при:

$$Z_s \leq U_\phi / k \cdot I_n \quad (14.2)$$

Необходими предпоставки за постигане на висока ефективност на защитното зануляване са : добри контактни връзки между корпусите на защитно-тава-ните съоръжения и защитния проводник; осигуряване целостта на защитния проводник; достатъчно малко съпротивление на контура “фаза- защитен проводник”; правилно оразмеряване на технологичната защита и поддържане в работоспособно състояние; наличие и изпълнение на работните и повторни заземители в съот-ветствие с нормативните изисквания.

3. Защитно изключване- прилага се като допълнителна защитна мярка заедно с защитното заземяване или зануляване в мрежи TT, IT и TN-S. Представя-ва автома-тично изключване на всички полюси на захранващото напрежение чрез специални устройства при поява на опасно напрежение на корпуса на консуматора или поява на ток с нулева последователност (ток на дефекта) поради повреда на изолацията или намаляване на изолационното съпротивле-ние на мрежата спрямо земя до стойност, свързана с опасност за човек. Най- често използваните в практиката са дефектно- токови апарати, като се нормира номиналният изключващ диференциален ток  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ .

4. Защитното изолиране представлява отделяне на частите под напрежение от частите, които нормално не се намират под напрежение, с допълнителна - с двойна или усилена- изолация. Достъпните за допирание части, които нормално не са под напрежение, при защитно изолираните изделия не трябва да имат защитни клеми и към тях не трябва да се свързват защитни проводници. Защитно изолираните изделия се означават със специален знак: два квадрата, вписани едни в други.

5. Защитно разделяне - сигурно електрическо отделяне на определен токов кръг от захранващата мрежа и от земята за осъществяване на защитата при индиректен допир. Защитно електрическо разделяне на вериги като правило се прилага само за една верига, чието най-голямо работно напрежение не превишава 500 V. Разделената верига се захранва от разделящ трансформатор или от друг източник, осигуряващ същата степен на безопасност. Към всяка изходяща намотка на разделителен трансформатор се включва

само един консуматор. Коефициентът на трансформация може да бъде  $k_T \leq 1$ . Достъпните токопроводими части на потребителя не се присъединяват нито към защитен проводник, нито към достъпни токопроводими части на други потребители.

6. Безопасно свръхниско напрежение (БСНН). Стойностите на допустимите напрежения са дадени в табл. 14.1.

Таблица 14.1

Помещение Напрежение	Без повишена опасност		С повишена и особена опасност за поражение от електрически ток	
	Променливо, 50 Hz, V	Постоянно V	Променливо 50 Hz, V	Постоянно V
Допустимо допирно	50	120	25	60
	(25)	(25)	(12)	(24)
	(За животни и деца до 16 г.)		(За тунели, резервоари, кладенци и др.)	
БСНН при директен допир	25	25	25	60
БСНН при индиректен допир	50	120	25	60

7. Изравняване на потенциалите - електрическа връзка между различни достъпни токопроводими части и непринадлежащи (чужди) за уредбата токопроводими части, осигуряваща им един и същ потенциал или приблизително равни потенциали.

## ТЕМА 15. Заземителни и мълниезащитни инсталации

### 15.1. Изчисляване на заземителна инсталация (ЗИ)

Необходими следните данни: изчисленото специфично съпротивление на почвата  $\rho_{\text{изч}}$  с вземане предвид на коефициента  $k_s$ , отчитащ изсъхването или замръзването на почвата  $\rho_{\text{изч}} = k_s \cdot \rho_1$ ; размерите на площадката на уредбата, мерени по очертанията на оградата; максимално време на защитата за изключване на земното съединение в уредбата.

Пресмятане на заземителни инсталации с вертикални заземители, разположени в контур:

1.1. Определяне на нормативната стойност на съпротивлението на заземителната инсталация -  $R_{3Н}$  в зависимост от вида на мрежата. За  $U_{\text{изч}}$  се приема 250V, ако ЗИ се използва само за уредба високо напрежение и 125V, ако ЗИ се използва едновременно за уредба ниско напрежение.

$$R_{3Н} \leq \frac{U_{\text{изч}}}{I_3} \leq 10\Omega; \quad I_3 = \frac{U \cdot (35 \cdot I_k + I_B)}{350}, \text{A} \quad (15.1)$$

$U$  - междуфазно напрежение на мрежата, kV;  $I_k$ ,  $I_B$  - обща дължина на електрически свързаните кабелни и въздушни линии, km.

1.2. Оразмеряване на единичен вертикален заземител при предварително определен профил и размери -  $R_{3В}$ .

За единичен вертикален заземител с кръгло напречно сечение:

$$R_{3В} = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left( I_n \frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2} \cdot I_n \frac{4 \cdot t + L}{4 \cdot t - L} \right) \quad (15.2)$$

$t$  - дълбочина на полагане на вертикалния заземител, m;  $L$ ,  $d$  - дължина и диаметър на заземителя, m

1.4. Съставяне на схема на разположение на вертикалните заземители.

1.5. Определят се  $\frac{a}{L}$  и  $\frac{b}{L}$  като  $a$  и  $b$ , m са разстояния между заземителите по дължина и по ширина на площадката. Отчитат  $\eta_{B1}$  и  $\eta_{B2}$  в зависимост от  $\frac{a}{L}$  и  $\frac{b}{L}$ .

1.6. Коригиране броя на заземителите по ширина и дължина:  $n = \frac{n'}{\eta_B}$ . Определя се общия брой заземители след корекцията, като разположението им се дава като схема.

1.7. Оразмеряване на хоризонтален заземител при предварително определен профил и размери. Отчита коефициентът на екраниране на хоризонтален заземител  $\eta_x$ .

1.8. Оразмеряване съпротивлението на груповия заземител

$$R_{згр} = \frac{R_{зх} \cdot R_{зв}}{n \cdot \eta_B \cdot R_{зх} + \eta_X \cdot R_{зв}}, \Omega \quad R_{згр} \leq R_{зн} \quad (15.3)$$

1.9. За уредби над 1000 V с голям ток на земно съединение се проверява термичната устойчивост на заземителите и съединителните проводници. Необходимо е повърхността за отвеждане на топлината  $S_{отвз}$  от елементите на заземителя да отговаря на условията:

$$S_{отвз} \geq 12 \cdot 10^{-5} \cdot I_3 \cdot \sqrt{\rho_3 \cdot t}, m^2 \quad S_{отв} = \pi \cdot d \cdot L \cdot n, m^2 \quad (15.4)$$

d, L, n - диаметър, дължина и брой на вертикалните заземители

1.10. Проверка на  $R_{згр\Sigma}$  по допустими стойности на допирни и крачни напрежения

$$R_{згр} \leq \frac{U_{д.доп}}{I_3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2} \quad R_{згр} \leq \frac{U_{кр.доп}}{I_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2} \quad (15.5)$$

$U_{д.доп}$ ,  $U_{кр.доп}$  - допустимо допирно и крачно напрежение;  $\alpha_1, \beta_1$  се определят от таблица.

$$\alpha_2 = \frac{0,64 \cdot R_h}{\rho_3 + 0,64 \cdot R_h} \quad \beta_2 = \frac{0,16 \cdot R_h}{\rho_3 + 0,16 \cdot R_h} \quad (15.6)$$

## 15.2. Оразмеряване на мълниезащитна инсталация.

Мълниезащитата е комплекс от технически мероприятия и средства за защита от опасните и вредни въздействия на мълниите на сгради, съоръжения, машини, хора и домашни животни чрез създаване на изкуствен път на тока на мълнията. Всяка мълниезащита се състои от мълниеприемник (МП), токоотвод и заземител. МП е предназначен за приемане на пряко попадение на мълнията и може да се изпълнява с отвесни мачти, хоризонтални въжета, метална мрежа или метални части от строителната конструкция. Токоотводите са предназначени да свързват МП със заземителя и отвеждат тока на мълнията в земя. Заземителите са устройства, предназначени да осъществяват електрическа връзка между мълниезащитата и земята.

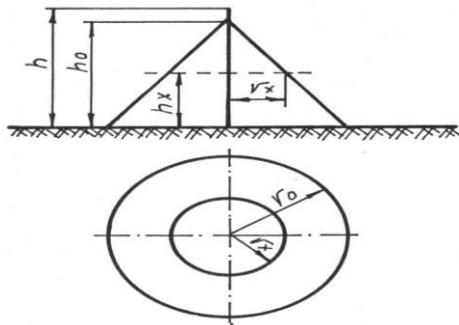
Мълниезащитата се изпълнява в три категории:

Първа категория - включва сгради и помещения с взривоопасни зони от клас В - I и В - II. Втора категория - включва сгради и помещения с взривоопасни зони от клас В - I а, В - I б, В - I г и В - II а. Трета категория - включва всички останали сгради и съоръжения, при които пряко попадение на мълния може да предизвика пожар, механично разрушаване или поражение на хора и домашни животни. Сгради и съоръжения от първа и втора категория изискват защита от пряко попадение на мълния, от електромагнитна и електростатична индукция и от внасяне на опасни потенциали, а от трета категория изискват защита от пряко попадение на мълнията и внасяне на опасни потенциали посредством проводими комуникации.

Мълниезащитната зона (МЗЗ) е пространството около мълниеприемника, във вътрешността на коита обектът е защитен от ППМ с определена вероятност. МЗЗ с вероятност 0,995 се определя като тип А, а с вероятност 0,95 като тип Б.

Мълниезащитни зони на мълниеприемници (фиг.15.1)

тип А	тип Б
<i>1. МЗЗ на единичен прътов мълниеприемник с височина до 150 m</i>	
$h_0 = 0,85 \cdot h$ ; $r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot h$ $r_x = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot (h - h_x / 0,85)$	за $h_0 = 0,92 \cdot h$ ; $r_0 = 1,5 \cdot h$ $r_x = 1,5 \cdot (h - h_x / 0,92)$
<i>2. МЗЗ на два прътови мълниеприемника с равни височини до 150 m</i>	
$L \leq 3 \cdot h$ при $L \leq h$ ; $h_c = h_0$ ; $r_{cx} = r_x$ ; $r_c = r_0$ ; при $L > h$ ; $h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot h) \cdot (L - h)$ $r_{cx} = r_0 \cdot ((h_c - h_x) / h_c)$ ; $r_c = r_0$ ;	$L \leq 5 \cdot h$ при $L \leq h$ ; както при зона тип А; при $L > h$ ; $h_c = h_0 - 0,14 \cdot (L - 1,5 \cdot h)$ ; $r_{cx} = r_0 \cdot ((h_c - h_x) / h_c)$ ; $r_c = r_0$ ;
тип А	тип Б
<i>3. МЗЗ на два прътови мълниеприемника с различни височини до 150 m</i> Външните области на зоните са определени както при единични мълниеприемници.	
$r_c = (r_{01} + r_{02}) / 2$ ; $h_c = (h_{c1} + h_{c2}) / 2$ ; $r_{cx} = r_c \cdot (h_c - h_x) / h_c$ където $h_{c1}$ и $h_{c2}$ за двата типа единични зони се определят както по т. 2	
<i>4. МЗЗ на няколко прътови мълниеприемника</i>	
Определят се за всеки два съседни мълниеприемника последователно съобразно с приетия ред на разположение	



фиг.15.1 Мълниезащитна зона на единичен вертикален мълниеотвод  $h$  - височина на мълниеотвода;  $h_0$  - височина на мълниезащитния конус;  $r_0$  - радиус на мълниезащитния конус на нивото на терена;  $r_x$  - радиус на мълниезащитния конус на височина  $h_x$ .

#### Мълниеприемници, токоотводи и заземители

Прътовете мълниеприемници се проектират и изпълняват най- често от стомана с различни профили и сечение, не по- малко от 100 mm<sup>2</sup>. Мълниезащитната мрежа се изпълнява от стомана със сечение не по- малко от 50 mm<sup>2</sup>, свързана чрез заваряване. Използваните въжета трябва да бъдат многожилни от поцинкована стомана и сечение, не по- малко от 35 mm<sup>2</sup>. Допустимо е използването на металните конструкции на защитаваните съоръжения и други метални конструкции, издигащи се над съоръженията, ако отговарят на изискванията за термична устойчивост.



Заземителите за защита от мълния имат нормирано импулсно съпротивление  $R_{имп}$ , което може да се определи от съпротивлението за ток с промишлена честота по формулата  $R_{имп} = \alpha \cdot R_{50Hz}$ , като  $R_{50Hz}$  - съпротивление на заземителя при честота 50Hz,  $\Omega$

### 15.3. Защита от вторичните въздействия на мълнията

Защита от индуцирани напрежения от електромагнитна индукция.

Между тръбопроводи и др. надлъжно разположени метални конструкции, в местата на тяхното взаимно сближаване на разстояние 10 cm и по- малко, през всеки 20 m (за I категория) и 25 - 30 m (за II категория) се проектира сигурна електрическа връзка чрез заваряване или запояване, с оглед да не се допусне образуване на незотворени контури.

Защита от индуцирани напрежения от електростатична индукция. Металните корпуси на цялото оборудване и металната конструкция в сградите, съоръженията и уредбите се свързват към специален заземител (със съпротивление до 10  $\Omega$ ) или към заземителната инсталация, предназначена за защита срещу поражения от електрически ток.

За защита от внасяне на опасни потенциали по метални комуникации при въвеждането им в сградата (съоръжението) те се присъединяват към заземителя за защита от индуцирани напрежения или към заземителната инсталация, предназначена за защита срещу поражения от електрически ток .

## ДОПЪЛНИТЕЛНА ЛИТЕРАТУРА

[1] М. Йорданова. Техническа безопасност. ТУ-Варна, 2010 г. ISBN 978-954-20-0487-5