

ЗАПОВЕД

№ 626

София, 24.04.2009 г.

На основание чл. 20, ал.1, т.7 от Закона за железопътния транспорт, за актуализиране на нормативната база и във връзка с променената структура на НК „ЖИ”

НАРЕЖДАМ:

1. Одобрявам **„Инструкция за заземяване на съоръженията в електрифицираните участъци на Национална компания „Железопътна инфраструктура”**
2. Инструкцията по т.1 влиза в сила от 11.05.2009 год.
3. С влизането в сила на горепосочения нормативен документ се отменя:
 - 3.1. *„Инструкция за заземяване на съоръженията по електрифицираните участъци на БДЖ от 1997 год.;*

4. Изпълнението на настоящата заповед възлагам на *Директорите на Енергосекции София, Пловдив и Горна Оряховица, Директорите на секции „С и Т” София, Пловдив и Горна Оряховица, Директорите на Всички ЖП секции и УДВГД София, Пловдив и Горна Оряховица.*
5. Контрол по изпълнението на настоящата заповед възлагам на директор поделение „Енергетика”, директор поделение „С и Т”, директор поделение „ЖП и С”, директор поделение „УДВ и К” и Главния ревизор по безопасността.
6. Копия от заповедта и от посочения в т.1 нормативен документ да се изпратят на: Директор поделение „Енергетика”, Ръководител технологичен център, Директор ЦПК, Директор поделение „С и Т”, Директор поделение „ЖП и С”, Директор поделение „УДВ и К”, Директори на Енергосекции София, Пловдив и Горна Оряховица, Директори на секции „С и Т” София, Пловдив и Горна Оряховица, Директорите на УДВГД София, Пловдив и Горна Оряховица, Директорите Всички ЖП секции, а на Главния ревизор по безопасността и на цифров носител.

Препис от заповедта да се връчи на всички заинтересовани лица за сведение и изпълнение.

Антон Гинев

Генерален директор

ИНСТРУКЦИЯ

**за заземяване на съоръженията в
електрифицираните участъци на**

**Национална компания
„Железопътна инфраструктура“**

Май 2009 г.

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Област на приложение

1.1.1. Настоящата инструкция включва общите изисквания към заземяването на съоръжения по електрифицираните жп участъци и конкретни технически решения по заземяване на устройствата за тяговото и нетяговото електрозахранване и свързаните с тях съоръжения и конструкции, разположени в близост до електрифицираната жп линия, както и обобщени резултати от научни изследвания и дългогодишният опит от експлоатацията на електрифицираните жп участъци

1.1.2. Настоящата инструкция се отнася за работните и защитни заземявания на:

1.) Съоръжения и конструкции от системата за електрозахранване на тяговата мрежа - тягови подстанции, секционни постове, стълбове на контактната мрежа, стълбове на захранващите и обратните фидери, разединители, защитни искрови междини за контактната мрежа.

2.) Съоръженията в трафопостовите за захранване на нетягови потребители от контактната мрежа.

3.) Съоръжения и конструкции, които не са елементи на тяговото електрозахранване, но са разположени в близост до електрифицираната линия (в зоната на индиректен допир до елементи на тяговата мрежа) и могат да се окажат под напрежение при повреда на изолацията в системата за електрозахранване или скъсване на проводник от контактната мрежа или на други проводници високо напрежение, положени по стълбовете на контактната мрежа (например фидерите за захранване на устрой-

ствата за диспечерската централизация от шини 25 кV на тяговите подстанции) - мостове; шкафове и метални кабинни на ОТ, светофори; пилони и стълбове за осветление; ел.съоръжения и мрежи ниско напрежение и съобщителни линии, закрепени на стълбовете на контактната мрежа; съоръженията в пунктовете за предварително електрическо отопление на влаковете; съоръженията за отопление на стрелките и др.

1.1.3. Инструкцията регламентира изпълнението и техническото обслужване на заземяването на съоръженията и конструкции съгласно т. 1.1.2. с оглед осигуряване на:

- електробезопасност (защита от поражение от електрически ток) за намиращи се в близост или работещи по съоръжения на електрифицирания участък хора;
- сигурна работа на релейната защита в системата за електрозахранване;
- оптимален енергетичен режим на системата за електрозахранване на участъка;
- нормално функциониране на съоръженията на ОТ.

1.1.4. Инструкцията не се отнася за:

1.) Временните заземявания на съоръженията на тяговото и нетяговото електрозахранване, на инструменти и други устройства при извършване на строителни и ремонтни работи. В тези случаи са в сила изискванията на съответните правилници по безопасността на труда.

2.) Заземяване на нетягови потребители и устройства за тяхното захранване, освен посочените в т.1.1.2. Тяхното заземяване се осъществява в съответствие с изискванията на Наредба № 3 за устройство на електрически уредби и електропроводни линии и Наредба № 16-116 за техническа експлоатация на енергообзавеждането.

3.) Заземяването на конструкции, устройства и съоръжения с оглед тяхната защита от електромагнитното влияние на тяговия ток.

4.) Заземяването на мълниеотводите за защита на съоръженията в тяговите подстанции и секционните постове от преки попадения на мълнии. То се осъществява в съответствие с изискванията на Наредба № 3 за устройство на електрически уредби и електропроводни линии.

5.) Заземяването на масивни сгради около електрифицирана жп линия и техните инсталации, се осъществява в съответствие с Наредба № 3 за устройство на електрически уредби и електропроводни линии.

1.1.5. Инструкцията е предназначена и е задължителна за работниците и служителите на НК „ЖИ”, свързани с проектирането, строителството и техническото обслужване на устройствата за електрозахранване, ОТ, съобщенията, железния път, изкуствените съоръжения и конструкции по електрифицираните жп участъци. Тя е задължителна за проектантите при разработване на проекти, свързани с електрификация на жп линии, както и за работници и служители от други предприятия и ведомства, изпълняващи строителство или работи по или в близост до електрифицирани участъци на НК „ЖИ”.

1.1.6. Инструкцията е разработена в съответствие с разпоредбите на следните нормативни актове:

- ПТЕ на контактната мрежа 25 кV, 50 Hz (1991 г.);
- Техническа спецификация подсистема електрозахранване на тягов подвижен състав 25 кV, 50 Hz. Контактна система. Токоснематели. Механично взаимодействие между токоснемателите и контактната мрежа (ТС-ЖИ 007-2006);
- Наредба № 13 за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в жп транспорт;
- Наредба № 3 за устройство на електрически уредби и електропроводни линии;
- Наредба № 16-116 за техническа експлоатация на енергообзавеждането;
- Правилник за безопасност и здраве при работа в електрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи;
- други действащи национални нормативни документи и ведомствени инструкции, свързани с въпросите на заземяването на съоръженията и защитата срещу поражения от електрически ток, **Инструкцията влиза в сила от 11.05.2009г. със Заповед**

№ 626/24.04.2009г. на НК „ЖИ“. Прилагането ѝ е задължително при ново строителство и преустройство на съоръженията.

1.2. Основни термини и определения. Приети съкращения.

- **Защита срещу поражения от електрически ток** - система от организационни и технически мероприятия и средства, които осигуряват защита от вредните и опасните въздействия на електрически ток при преминаване през човешкото тяло.

- **Защита срещу индиректен допир** - защита, която предотвратява поражения от електрически ток поради възникване и задържане на опасни напрежения на части, които нормално не се намират под напрежение, поради повреда на изолацията.

- **Зона на индиректен допир** - зона около електрифицираната жп линия, в която съоръженията подлежат на защита срещу индиректен допир при скъсване на проводник от контактната мрежа.

- **Корпус** - метална част на електрическа уредба или електро-техническо изделие, която нормално не се намира под напрежение и е достъпна за допиране по време на експлоатацията.

- **Напрежение спрямо земя** - напрежение спрямо точка от земната повърхност, която се намира на достатъчно голямо разстояние, за да се приеме, че има потенциал, равен на нула.

- **Напрежение на корпуса (корпусно напрежение)** - напрежението, което се появява при повреда на изолацията между достъпни за допиране части, които нормално не се намират под напрежение, и една достатъчно отдалечена точка от земната повърхност или между такива части и други токопроводими части с нулев потенциал.

- **Напрежение при допир (допирно напрежение)** – част от напрежението на корпуса, на чието въздействие може да бъде подложен човек при допиране.

- **Крачно напрежение** - напрежението между две точки от земната повърхност, разположени на разстояние 1 метър една

от друга радиално по посока към заземител, през който тече ток.

- **Заземител (заземително устройство)** – токопроводими елементи, които са в съприкосновение със земята и образуват с нея електрическа верига.

- **Заземяване** - електрическо свързване на токопроводима част със заземител.

- **Заземяване към релсата** - електрическо свързване на токопроводима част с релсата, която се използва като естествен заземител с малко съпротивление на заземяване.

- **Работно заземяване** - директно заземяване на звездния център (неутралата) на източника на ток.

- **Защитно заземяване** - заземяване на части, подлежащи на защита срещу индиректен допир, с цел намаляване на допирното напрежение и/или изключване напрежението на повредената верига чрез задействане на защитно устройство.

- **Групово заземяване** - електрическо свързване на няколко заземявани съоръжения, разположени на разстояние едно от друго, помежду им и с един общ заземител.

- **Заземителен проводник** - проводник, свързващ заземяваните токопроводими части на съоръженията със заземителя.

- **Групов заземителен проводник** - проводник, осъществяващ електрическа връзка между няколко заземявани съоръжения, разположени на разстояние едно от друго, при заземяването им към общ заземител.

- **Защитно изравняване на потенциалите** - електрическа връзка между токопроводими части, които нормално не са под напрежение, която осигурява равни или близки по стойност потенциали на тези части при повреда на izolацията.

- **Проводник за изравняване на потенциалите** – защитен проводник, който осигурява изравняване на потенциалите.

- **Потенциален изравнителен контур** - хоризонтален не изо-

лиран проводник или система от проводници, положен в земята около части, подлежащи на защита срещу индиректен допир и свързан с тях, осигуряващ изравняване на потенциала на почвата и на заземените части.

- **Съпротивление спрямо земя** - електрическо съпротивление между токопроводима част и точка от земната повърхност, която има потенциал, равен на нула.

- **Преходно съпротивление на релсата спрямо земя** - разпределеното електрическо съпротивление на релсата спрямо земя на дължина 1 km в $\Omega.km$

- **Зони с висок потенциал на релсите** - зоните от електрифицираните участъци, в които съществува потенциална възможност за поява на високи потенциали на релсите спрямо земя при к.с. и в нормален режим при максимални трайни натоварвания, а именно: зоните с голям ток на к.с. - на разстояние от 1 до $8 \div 10$ km от ТП; зони с голям наклон при движение на тежки влакове с много тягови единици с голяма мощност.

- **Разделящ трансформатор (трансформатор за защитно разделяне)** - трансформатор, вторичните вериги на който са сигурно електрически отделени от първичната верига.

- **Тягова релсова мрежа** - всички релси по електрифицираната жп линия, включени във веригата на обратния тягов ток.

- **Захранващ фидер** - въздушна линия, чрез която електрическата енергия се подава от тяговата подстанция на контактната мрежа.

- **Обратен фидер** - проводникова въздушна или подземна линия, която осигурява пътя на обратния ток, като свързва тяговата релсова мрежа с тяговата подстанция (със заземен извод на вторичната намотка на силовия трансформатор в тяговата подстанция).

- **Дросел-трансформатор** - трансформатор, включван в тяговата релсова мрежа на електрифицираните жп участъци за пропускане на обратния тягов ток в местата с изолирани релсови

връзки.

- **Релсова верига** - участък от железния път, обтекаем от сигналния ток на ОТ и ограничен в двата края с изолирани релсови връзки.

- **Общодостъпни места** - по електрифицираните жп участъци това представляват пероните, местата за качване и слизане на пътници без перони, прелезите, пасарелите, местата за системно товарене и разтоварване.

Приети съкращения:

ТП - тягова подстанция;

СП - секционен пост;

КМ - контактна мрежа;

к.с. - късо съединение;

ОТ – осигурителна техника;

РВ - релсова верига;

2. ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ЗАЗЕМЯВАНЕ НА СЪО- РЪЖЕНИЯТА

2.1. Общи изисквания към тяговата релсова мрежа

2.1.1. За постигане на съответствие с условията на т.1.1.3. тяговата релсова мрежа трябва да отговаря на следните общи изисквания:

1.) Тяговата релсова мрежа трябва да бъде електрически непрекъсната от всеки участък на пътя до мястото на свързване на обратните фидери на тяговите подстанции към нея.

2.) Тяговата релсова мрежа трябва да има минимално електрическо съпротивление за осигуряване нормалната работа на релейната защита и минимални енергийни загуби в тяговата мрежа.

3.) От всеки участък на тяговата релсова мрежа трябва да бъде осигурена възможност за отвеждане на тока от мястото на товара или на к.с.

2.1.2. Удовлетворяването на посочените по-горе три изисквания се постига посредством монтиране в тяговата релсова мрежа на електрически съединители между отделни звена на релсата, между двете релси на един път или между релсите на двата пътя при двупътни участъци или различните коловози в гарите.

2.1.3. Електрическите съединители в местата на релсовите връзки са задължителни за участъци, при които за нуждите на ОТ се използват релсови вериги и тяхното изпълнение се определя от конкретните изисквания за нормална работа на релсовите вериги.

2.1.4. По електрифицирани участъци, където се използват двунишкови релсови вериги, междурелсовите връзки за всеки коловоз се осъществяват посредством дросел-трансформатори, монтирани при изолираните релсови междини. Непрекъснатостта на тяговата релсова мрежа в случая се постига посредством дроселните връзки на дросел-трансформатора с всяка

релса и електрическата връзка между средните точки на двата дросел-трансформатора от двете страни на изолираната междина. Междупътните връзки в тези случаи се осъществяват с електрически съединители, монтирани между средните точки на дросел-трансформаторите на съответните коловози.

2.1.5. В гари с еднонишкови релсови вериги междурелсовите съединения се правят в гърловините на гарите, при изходните сигнали, в местата на свързване на обратните фидери на тяговите подстанции с релсите и през всеки 400 m на пътя.

2.1.6. В участъци с къси релсови вериги електрическите тягови съединители (дроселни, междудроселни, междурелсови при еднонишкови релсови вериги, стрелкови и др.) трябва да бъдат най-малко двупроводни със сечение на всеки проводник не по-малко от 50 mm² мед или друг вид проводник с еквивалентно на медния проводник съпротивление.

2.1.7. По електрифицирани участъци, където не се използват релсови вериги за нуждите на ОТ, в гари междурелсовите съединители може да се монтират на 300 m, а междупътните на 600 m, като за междугария - съответно на 600 m и 1200 m.

Междурелсовите и междупътните съединители могат да се изпълнят с арматурно желязо с диаметър, не по-малък от 10 mm, или със стоманена лента с равно или по-голямо сечение.

2.1.8. В мястото на присъединяване на обратния фидер пред тяговата подстанция към релсите задължително да се монтират междурелсови съединители. Ако присъединяването е в междугарие на двупътен участък, да се монтират и междупътни съединители между релсите на двата пътя. Ако присъединяването е в гара, да се монтират и междупътни съединители между релсите на всички електрифицирани коловози в гарата.

При участъци с двунишкови релсови вериги обратният фидер да се присъедини към релсите през средната точка на дросел-трансформатор, а междупътните съединения да се осъществят между средните точки на дросел-трансформатори на съседните коловози.

Когато обратният фидер се присъединява към релсите в гара с еднонишкови релсови вериги, тяговите релси на всички електрифицирани коловози се свързват помежду си и с обратния фидер чрез изравнителен проводник (с междупътни съединители).

2.1.9. Когато за заземяване на съоръжения от системата за електрозахранване на електрифициран участък се използват релсите на неелектрифициран коловоз, релсите на този коловоз трябва да имат електрически съединения помежду си и с релсите на електрифицираните коловози.

2.1.10. За осигуряване на електробезопасност за хора, намиращи се в близост или работещи по релсите или по свързани с тях съоръжения, релсовият път по ел. участъци с еднофазен променлив ток 25 kV, 50 Hz на НК „ЖИ” трябва да бъде изпълнен с възможно най-малко преходно съпротивление на релсите спрямо земя, така че около релсите и свързаните с тях съоръжения да не се получават недопустимо големи допирни и крачни напрежения при всички възможни режими на работа на електрифицирания участък.

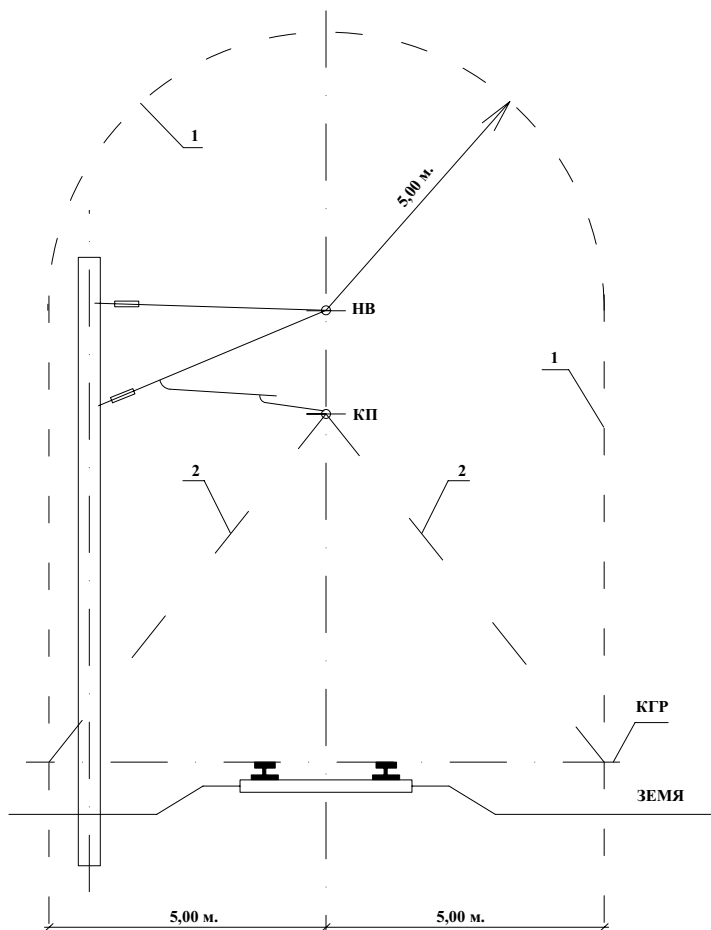
В Приложение №3 са посочени като пример максимално допустимите стойности на преходното съпротивление на релсите за някои характерни случаи.

2.2. Изисквания за осигуряване на електробезопасност.

2.2.1. Всички метални съоръжения и конструкции, разположени в зоната на защитно заземяване около контактната мрежа, трябва да бъдат заземени за осигуряване на защита от влиянието на електрическото поле на КМ и защита срещу индиректен допир при нарушение на изолацията или скъсване на проводник.

„Зона на защитно заземяване» представлява пространството около контактната мрежа, ограничено от страни от две успоредни вертикални повърхнини, разположени на разстояние 5 m от проекцията на КМ върху земята, а отгоре - от овална повърхност, разположена на разстояние 5 m от най-горния проводник на КМ, който се намира под напрежение (фиг.2.1.). При многопътни участъци разстоянията се отчитат от крайните проводници на успоредните контактни мрежи на всички пътища. Ако по стълбовете на КМ са монтирани проводници с напрежение 25 кV, разстоянията се отчитат спрямо тези проводници.

Пространството под проводниците на КМ, в което върху металните съоръжения и конструкции, разположени в зоната на защитно заземяване, може да падне проводник при скъсване на КМ, се дефинира като **„зона на индиректен допир»**.



ФИГ. 2.1

1 - граници на зоната на защитно заземяване около
контактната мрежа

2 - граници на зоната на индиректен допир при скъсяване
на контактен проводник

2.2.2. На защита срещу индиректен допир подлежат:

- всички носещи елементи на контактната мрежа и на фидерите 25 кV, положени по стълбовете на контактната мрежа, независимо от разстоянието им до части под напрежение;

- елементите на трафопостовите за захранване на нетягови потребители от контактната мрежа;

- всички останали метални съоръжения, конструкции и устройства, освен посочените по-горе, разположени в зоната на индиректен допир.

2.2.3. За осигуряване на защита срещу индиректен допир съоръженията съгласно т.2.2.2. трябва да бъдат заземени по начин, гарантиращ изключване на повредата (к.с.) от съответната релейна защита и минимални допирни и крачни напрежение около тези съоръжения. За целта при заземяване на съоръженията с предимство да се прилага свързването им към релсата, която представлява естествен заземител с много ниско съпротивление на заземяване и изпълнява ролята на обратен проводник във веригата на к.с.

2.2.4. За релсите и свързаните с тях съоръжения трябва да бъдат реализирани мерки за ограничаване на опасността от висок потенциал на релсата спрямо земя както при к.с., така и в нормален режим, както следва:

- 1.) При разработване на проекти за електрификация на нови участъци и реконструкция на съществуващи електрифицирани участъци задължително да се предвижда ограничаване на потенциала на релсите посредством: реализиране на конкретни технически решения за намаляване на преходното съпротивление на релсите спрямо земя: внедряване на нови съвременни решения за изпълнението на веригата на обратния тягов ток (например, с допълнителен обратен проводник или с монтиране на специална заземителна шина успоредно на релсите).

- 2.) В общодостъпни места и в зони с висок потенциал на релсите в почвата около съответното съоръжение да се монтира проводник за изравняване на потенциалите, свързан със съо-

ръжението. За ограничаване на крачните напрежения в такива зони може да се препоръча монтиране на проводник в почвата успоредно на релсата и свързан с нея.

3.) В общодостъпни места и в зони с висок потенциал на релсите, където е практически възможно, да се реализират мерки за ограничаване на тока през тялото на човека, включително ограничаване възможността за допирание до съоръжението, посредством:

- изолиране на повърхността на почвата около съоръжението;
- изолиране на металната повърхност на съоръжението в частта му, до която има възможност да се допре човек;
- ограждане на съоръжението за предотвратяване на възможността за допирание до него.

2.2.5. За съоръжения в зоната на индиректен допир, които не могат да бъдат свързани с релсата (например поради невъзможност за удовлетворяване изискванията на ОТ съгласно т.2.4.), трябва да бъдат реализирани следните мерки за осигуряване на защита от индиректен допир:

1.) Съоръжението трябва да бъде заземено към самостоятелен заземител. Съпротивлението на заземителя R_3 не трябва да превишава посочените по-долу стойности:

- за съоръжения в близост до тяговата подстанция (в зоната на действие на токовата отсечка), когато съоръженията са на общодостъпни места или с чест достъп на хора до тях за осъществяване на технологични операции – $R_3 \leq 1,5 \div 2 \Omega$. За единични съоръжения в изолирани места се допуска $R_3 < 4 \Omega$.

- за съоръжения извън зоната на действие на токовата отсечка: $R_3 \leq 4 \Omega$ за общодостъпни места и съоръжения с чест достъп на хора и 10Ω за останалите случаи.

- За група съседни съоръжения може да бъде реализиран един заземител с нормативната стойност, а съоръженията да бъдат свързани помежду си с групов заземителен проводник.

2.) В общодостъпни места или места с чест достъп на хора до съоръженията за осъществяване на технологични операции в почвата около съоръжението да се монтира проводник за изравняване на потенциалите, свързан със съоръжението на две места. За зоните в близост до тяговата подстанция (с голям ток на к.с.) потенциални изравнители да се монтират за всички съоръжения, отделени от релсите.

2.2.6. В общодостъпни места съоръженията и конструкции, които подлежат на защита от индиректен допир, се свързват към релсата директно с два проводника.

2.2.7. Устройства за защита от пренапрежения на съоръженията на КМ се свързват към релсата директно с два проводника.

2.2.8. Съоръженията, по които обслужващият персонал периодично осъществява технологични операции (включвания, изключвания и др.), се заземяват директно с два проводника, видими по цялата им дължина от мястото на закрепването им към съоръжението до мястото на свързването им с релсите.

2.2.9. Носещи конструкции на контактната мрежа на жб стълбове, разположени на височина повече от 2,5 m, които не могат да бъдат допрени от човек, и конструкции в необщодостъпни места, освен посочените в т.2.2.9. и 2.2.10., се заземяват директно с един проводник.

2.2.10. Във веригата на заземяване не се допуска включването на устройства, разкъсващи тази верига в нормален режим.

2.3. Изисквания към заземяването за осигуряване нормалната работа на релейната защита

2.3.1. Всички метални съоръжения и конструкции, които могат да попаднат под напрежение при нарушение на изолацията на контактната мрежа или при скъсване на проводник от контактната мрежа, трябва да имат електрическа връзка с релсите (тяговата релсова мрежа), които участват като обратен проводник във веригата на тока на късо съединение.

2.3.2. Всички носещи метални конструкции и съоръжения на контактната мрежа, които нормално не са под напрежение, следва да се свържат с релсите (с тяговата релсова мрежа), независимо от разстоянието им от контактната мрежа.

Всички метални съоръжения и конструкции в зоната на индиректен допир съгласно т.2.2.2. трябва да бъдат свързани с релсите (с тяговата релсова мрежа).

2.3.3. За гарантиране на нормалната работа на релейната защита за всички съоръжения съгласно т. 2.3.2. с предимство да се прилага директното заземяване към релсата (към тяговата релсова мрежа).

За някои съоръжения директното заземяване към релсата е задължително (устройства за защита от пренапрежения на съоръженията на КМ, секционни разединители, съоръженията в секционния пост и др.).

Когато директното свързване с релсата е недопустимо по изискванията за нормална работа на ОТ, с предимство да се прилага заземяване към релсите през дросел-трансформатор;

Когато по изключение за единични съоръжения в зона на индиректен допир се налага отделяне на съоръжението (релсите и заземяване към самостоятелен заземител, за нормална работа на защитата съпротивлението на този заземител не трябва да превишава стойностите, посочени в т.2.2.5.

2.3.4. За сигурно заработване на релейната защита тяговата релсова мрежа трябва да бъде изпълнена така, че да са удовлетворени всички изисквания съгласно т.2.1.1.

2.3.5. При свързване на заземителния проводник с релсата с помощта на кука-болт да се цели постигане на минимално контактно съпротивление в мястото на монтаж.

2.4. Изисквания към заземяването за осигуряване нормалната работа на релсовите вериги

2.4.1. Свързването на метални конструкции и съоръжения към релсите за удовлетворяване изискванията съгласно т.2.2. и 2.3. не трябва да нарушава нормалното функциониране на релсовите вериги на ОТ във всичките им режими - нормален, шунтов и контролен.

2.4.2. При еднонишкови релсови вериги металните конструкции и съоръжения трябва да се присъединяват към тяговата релса директно. Стойността на съпротивлението на естествено заземяване на съоръженията не се регламентира.

2.4.3. При двунишкови релсови вериги металните конструкции и съоръжения трябва да се присъединяват директно към една и съща релса в рамките на един блок-участък или към средната точка на дросел-трансформатор. Заземяването може да е индивидуално и групово. При това съпротивлението на естественото заземяване на съответната конструкция или съоръжение не трябва да бъде по-малко от нормите, посочени за различните типове релсови вериги в табл.2.1.

Таблица 2.1.

Местоположение и дължина на двунишкова релсова верига (РВ)	Допустими стойности на съпротивлението на заземяване на метални съоръжения			
	Заземяване чрез дросел-трансформатор		Директно заземяване към релса	
	В двата края на релсовата верига Ω	В единия край на релсовата верига Ω	Еквивалентно (за 1 km) $\Omega.km$	Индивидуално Ω
Гарова с дължина до 1 km.	$\geq 0,5$	$\geq 0,3$	≥ 1	≥ 20
Междугарова с дължина до 2,5 km (при РВ с дървени траверси и дължина до 1,5km.)	≥ 10	≥ 3	≥ 20	≥ 400

2.4.4. Във всички случаи, когато съпротивлението на естествено заземяване на металната конструкция или съоръжение е по-малко от нормативната стойност, са възможни следните технически решения за заземяване на съответното съоръжение, подредени по приоритета на тяхното прилагане:

1.) когато съпротивлението спрямо земя е по-малко от нормативната стойност за директно свързване с релсата, връзката с релсите да се осъществи с дросел-трансформатор. Като се използват съществуващите пътни дросел-трансформатори или се монтира допълнителен дросел трансформатор Това решение е задължително в случаите, когато не се допуска отделяне на съответното съоръжение от релсата по изискванията за нормална работа на релейната защита (заземяване на разрядниците, секционните разединители със заземителен нож съоръженията в секционния пост, свързването на елементите на обратния фидер при тяговата подстанция с релсите на главния път).

2.) когато единични съоръжения в рамките на един блок-участък са със съпротивление на естествено заземяване, по-малко от нормативната стойност, се допуска включването им директно към релсата, ако не се нарушава изискването за минимално еквивалентно съпротивлението спрямо земя за 1 километър, като за всеки конкретен случай това става с разрешение на Поделение „Сигнализация и телекомуникации” на НК „ЖИ”.

3.) в случаите, когато това е технически възможно, да се увеличи съпротивлението на съоръжението спрямо земя чрез монтиране на съответни изолационни подложки, шайби, втулки и други елементи между металната конструкция и нейния фундамент, които е с ниско съпротивление спрямо земя за да се запази възможността съоръжението да се свърже с релсата директно или съответно през дросел-трансформатор.

4.) когато не може да бъде изпълнено нито едно от горните решения, по изключение се допуска отделяно от релсата на единични съоръжения с ниско съпротивление на естествено заземяване и заземяване на съоръжението към самостоятелен заземител. като задължително трябва да се удовлетворят изискванията съгласно т 2.2.5. За всеки конкретен случай отделяне

на съоръжение от релсите се допуска само с разрешение от Поделение „Енергетика” на НК „ЖИ”.

2.4.5. Всяка конструкция, представляваща електрически едно цяло, трябва да бъде свързана към релсите в една точка. Когато заземяването трябва да е изпълнено с два проводника (съгласно изискванията на т.т.2.2.6. ÷ 2.2.8.), се препоръчва местата на свързване на двата проводника към релсата да бъдат по възможност на минимално разстояние едно от друго с оглед едновременно визуален контрол на тяхната цялост и избягване опасността от шунтиране на част от релсата през двата заземителни проводника.

2.4.6. При групово заземяване груповият заземителен проводник да се присъединява към релсата или към средна точка на дросел-трансформатор само в една точка. Отклонението на груповия заземителен проводник от тази точка не трябва да преминава зад края на релсовата верига, към която е прикачен.

2.4.7. Присъединяването на групов заземителен проводник или на заземителния проводник на разрядник директно към релсата да става на разстояние не по-малко от 200 m от пътния дросел-трансформатор при двунишкови релсови вериги в междугария, а в района на гарата - в коя и да е точка на релсовата верига.

2.4.8. Не се допуска обединяване на металните конструкции (непосредствено или чрез металните обвивки на кабели или тръбопроводи) на устройства, всяко от които има връзка с релсата или със средна точка на дросел-трансформатор в различни точки на релсовата мрежа.

2.4.9. При прокаране на заземителен проводник под железния път да не се допуска шунтиране на двете релсови нишки от проводника.

2.4.10. При твърди напречници и при гъвкави напречници с неизолирани напречно-носеци въжета само единият от стълбовете на напречника се свързва със съответната релса, към която са присъединени и другите съоръжения в рамките на съответния блок-участък.

2.4.11. Заземяването на мостовете и пешеходните пътеки да се изпълнява към средната точка на дросел-трансформатор.

2.4.12. Когато разстоянието от съответното съоръжение до съществуващ дросел-трансформатор е по-голямо от 200 m, заземяването трябва да става посредством допълнителен дросел-трансформатор, вторичната намотка на който е настроена в резонанс за сигналния ток.

2.4.13. Обратният фидер при тяговата подстанция при двунишкови релсови вериги се свързва с релсите задължително през дросел-трансформатор.

ЗАБЕЛЕЖКА: Посочените в т.т.2.4.3. ÷ 2.4.13. изисквания се отнасят за участъци с двунишкови релсови вериги!

2.5. Общи положения при избор на начина на заземяване на съоръженията

2.5.1. Схемата на заземяването и техническите му параметри трябва да удовлетворяват изискванията съгласно т.т.2.1. ÷ 2.4. При избор на конкретно решение да се удовлетворят най-строгите от посочените в тези точки изисквания.

2.5.2. При избор на конкретното решение за заземяване да се спазят следните приоритети:

- 1.) директно свързване с релсата;
- 2.) свързване с релсите през дросел-трансформатор;
- 3.) допълнително изолиране и директно свързване с релсите или през дросел-трансформатор;

При всички случаи на заземяване на съоръженията към релсата да се отчита необходимостта от ограничаване на опасността от висок потенциал на релсата в съответствие с посоченото в т. 2.2.4.

4.) отделяне на съоръжението от релсата - заземяване към самостоятелен заземител с малко съпротивление и монтиране в почвата около съоръжението на потенциален изравнител, свързан с него, в съответствие с т.2.2.5. Този начин на заземяване е не-

допустим за всички носещи метални конструкции и съоръжения на контактната мрежа. Прилагането му да става по изключение и да се допуска само с разрешение от Поделение „Енергетика» на НК „ЖИ”.

2.5.3. Изискванията за безопасност и за нормална работа на релейната защита се удовлетворяват едновременно с различните съоръжения както следва:

- за съоръженията в тяговите подстанции и в секционните постове - чрез заземяване към заземителния контур на ТП, който чрез елементите на обратния фидер е свързан с релсите на главния път; съответно за съоръженията в СП чрез заземяване към заземителния контур на СП, който е свързан с релсите на главния път (директно или чрез междупътен съединител).

- за носещите конструкции и съоръжения на контактната мрежа и за всички метални съоръженията в зоната на индиректен допир заземяване към тяговата релсова мрежа (директно или през дросел-трансформатор); по изключение за единични съоръжения в зоната на индиректен допир - заземяване към самостоятелен заземител, като се спазят всички изисквания съгласно т.2.2.5.

- за съоръженията в трафопостовите за захранване на нетягови потребители от КМ - заземяване към тяговата релсова мрежа и към самостоятелен заземител, съчетано с изпълнение на потенциален изравнителен контур около съоръженията и монтиране на междурелсови и междупътни съединители в близост до мястото на свързване на трансформатора с релсите.

2.5.4. Заземяването на съоръженията към релсата или към самостоятелен заземител може да бъде индивидуално или групово:

- при индивидуално заземяване всяко съоръжение се свързва със съответния заземител с отделен заземителен проводник (в случаите, посочени в т.т. 2.2.6. ÷ 2.2.8, с два проводника);

- при групово заземяване редица съседни съоръжения се свързват с групов заземителен проводник, който се свързва чрез

два заземителни проводника с релсата или със самостоятелния заземител.

С предимство да се прилага индивидуалното заземяване. Груповото заземяване се прилага обикновено за заземяване на редица съседни стълбове на контактната мрежа, намиращи се в междугария, на особено неблагоприятни места на пътнически перони или зад тях, в гърловините на гарите и във въздушните междини в зоната на разположение на секционните разединители и в тунелите.

3. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ЗАЗЕМЯВАНЕ НА КОНКРЕТНИ ВИДОВЕ СЪОРЪЖЕНИЯ, УСТРОЙСТВА, УРЕДБИ

3.1. Заземяване на съоръженията в тяговите подстанции и секционните постове.

3.1.1. Заземяването на съоръженията в тяговите подстанции и секционните постове става към заземителна инсталация, представляваща заземителен контур, изпълнен от дълбочинни заземители, свързани с изравнителни проводници по такъв начин, че да се получи равномерно разпределение на електрическия потенциал по цялата площадка на подстанцията и секционния пост. В закритата част на подстанциите и секционните постове за заземяване на съоръженията се полага заземителна магистрала, която се свързва със заземителната инсталация поне на две места.

3.1.2. Съпротивлението на заземителната инсталация на ТП и СП не трябва да бъде по-голямо от $0,5 \Omega$ през всяко време на годината.

3.1.3. Изравнителните проводници трябва да бъдат разположени по оста и на разстояние $0,8 \div 1 \text{ m}$ от фундаментите или основите на съоръженията на дълбочина $0,5 \div 0,7 \text{ m}$. Изравнителните проводници по цялата площадка, заета със съоръженията, трябва да бъдат свързани с напречни проводници със стъпка не повече от 6 m .

3.1.4. Към заземителния контур (мрежата на изравнителните проводници) се свързват всички метални корпуси на оборудването в откритата разпределителна уредба, арматурата на опорните и висящи изолатори и други метални конструкции, положени на територията на разпределителната уредба (тръбопроводни, метална обвивка и броня на кабели, с изключение на кабелите, посочени по-долу в т. 3.1.5.). Проводниците, с които се свързват съоръженията или металните конструкции към мрежата на изравнителните проводници, по цялото им протежение трябва да се разполагат на дълбочина най-малко $0,3 \text{ m}$.

В закритата част на уредбата корпусите на електрическите

апарати, командните табла, огражденията и металните конструкции се свързват към заземителната магистрала, която има непосредствена връзка със заземителния контур надве места.

3.1.5. Металната обвивка и бронята на кабелите, постъпващи отвън на територията на подстанцията или секционния пост (кабели за телеуправление, магистрални и съобщителни кабели, кабели ниско напрежение за захранване от външен местен източник и др.) не се съединяват със заземителния контур, а се полагат на територията на подстанцията или секционния пост в изолационни тръби или металната обвивка и бронята се прекъсват преди постъпване на кабела на територията със заземителния контур. Във вътрешността на зданието кабелите се полагат без метална обвивка и броня.

3.1.6. Разстоянието от границата на заземителя до вътрешната стена на оградата на откритата разпределителна уредба трябва да бъде най-малко 3 m. При стеснени условия и голямо преходно съпротивление на терена заземителната инсталация може да се разшири извън границите на електрическата уредба. При това металните части на оградата и арматурата на стоманобетонните колове трябва да бъдат заземени.

3.1.7. Трябва да се предвиди изравняване на потенциалите:

1.) на входовете и изходите на територията на електрическата уредба между оградата и най-външния заземител, като се положат два проводника на разстояние 1 и 2 m от заземителя на дълбочина съответно 1 и 1,5 m и се свържат със заземителя най-малко в две точки; тези проводници трябва да имат дължина, превишаваща широчината на входа или изхода с по 1 m от двете му страни;

2.) при разширяване на заземителната инсталация извън границите на оградената територия на електрическата уредба, като се положи един проводник около заземителната инсталация на разстояние 1 m от външния ѝ контур, на дълбочина 1 m, свързан с нея най-малко на две места.

3.) когато на територията на разпределителната уредба по-

стъпва коловоз, релсите на който се използват като елемент на веригата на обратния тягов ток и са свързани със заземителния контур на уредбата, металните части на оградата на уредбата в мястото на преминаване на коловоза да се свържат с двете релси. Успоредно на заземените части на оградата на разстояние 1 m извън територията на уредбата, на дълбочина 1 m да се положи проводник от двете страни на релсите, свързан с тях.

3.1.8. Единият извод на вторичната намотка 25 kV на тяговите трансформатори, който е изолиран от казана на трансформатора, се свързва на територията на тяговата подстанция с елементите на системата за обратния тягов ток - със заземителния контур, с въздушния или подземен проводников обратен фидер и с релсите на железния път на територията на разпределителната уредба (за подстанции, при които на територията на подстанцията постъпва железен път, релсите на който се използват като елемент на обратния фидер във веригата на обратния тягов ток). Казанът на тяговия трансформатор се изолира от фундамента и се свързва със заземителния контур на подстанцията. На тази връзка се монтира токовият трансформатор на корпусната защита.

3.1.9. Заземлението на съоръженията в секционния пост да се свърже с два заземителни проводника с релсите на главния път директно или към средната точка на дросел-трансформатор (за участъци с двунишкови релсови вериги) или с релсите на второстепенен коловоз, който е свързан с междупътен съединител с главния коловоз.

3.1.10. При подаване на резервно захранване 380/220 V от местен източник с директно заземен звезден център, който няма връзка със заземлението на подстанцията или секционния пост, напрежението да се подаде през разделящ трансформатор, като се предвидят и съответни защиты.

3.2. Заземяване на стълбовете на контактната мрежа.

3.2.1. Металните стълбове и металните носещи конструкции на контактната мрежа трябва да бъдат свързани към релсите на тяговата релсова мрежа.

3.2.2. Заземяването на стълбовете може да бъде индивидуал-

но или групово.

3.2.3. При избор на схема и целесъобразни технически параметри на груповото заземяване да се вземе предвид следното:

1.) Груповото заземяване може да бъде изпълнено, като се използва Г-, Т- или П- образна схема (фиг.3.2.1).

С предимство да се прилага П-образната схема (със заземяване на груповия заземителен проводник в двата му края).

2.) Груповият заземителен проводник да се заземява към релсите. При П-образна схема се допуска единият край на груповия заземителен проводник да се заземи към самостоятелен заземител (фиг.3.2.1.г), като се спазят изискванията съгласно т.2.2.5.

3.) По участъци с двунишкови релсови вериги с предимство се прилага Г- или Т-схема на изпълнение на груповото заземяване, като се спазят изискванията съгласно т.2.4. Когато резултантното съпротивление на естествено заземяване на съоръженията, включени в груповото заземяване, е по-голямо от посочените в таблица 2.1. стойности, се допуска заземяване на свободния край на груповия заземителен проводник към самостоятелен заземител, като се спазят изискванията съгласно т.2.2.5. Съпротивлението на самостоятелния заземител не трябва да води до нарушаване изискванията съгласно табл. 2.1. По този начин се реализира П-образна схема съгласно фиг.3.2.1.г.

4.) При избор на типа и сечението на груповия заземителен проводник да се спазят изискванията съгласно Приложение №2 - Табл.П.2.2. по отношение допустимото по нагряване минимално сечение на проводника. С предимство да се използват проводници с по-малко съпротивление, като се препоръчва сечението им да не бъде по-малко от 70 mm^2 , за да се сведе до минимум опасността от висок потенциал на заземлението при к.с. в свободния край на дълъг групов заземителен проводник.

5.) При групово заземяване на стълбове по Г- или Т-образна схема в зони с голям ток на к.с. (зоната на действие на токовата отсечка) около присъединените в края на груповия заземителен проводник железорешетъчни стълбове да се изпълни потенциа-

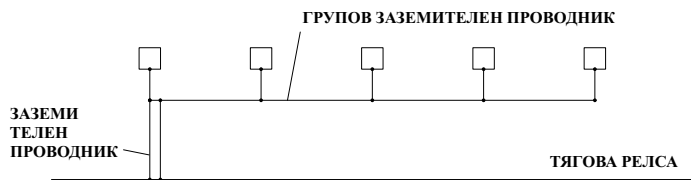
лен изравнителен контур.

6.) При изпълнение на групово заземяване в зони с висок потенциал и на общодостъпни места да се изпълнят изискванията съгласно т.2.2.4.

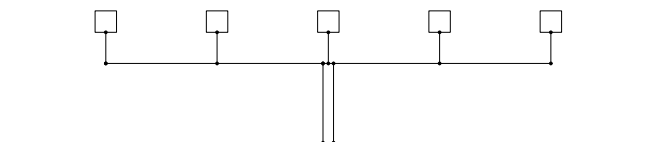
7.) При определяне на допустимата дължина на груповия заземителен проводник да се използват данните от Таблица П.2.1. на Приложение №2. Посочените в таблицата стойности са определени при разположение на груповия заземителен проводник на височина между 5 и 8 m на разстояние 3,5 m от оста на пътя. За всеки конкретен случай в зависимост от мястото на полагане на заземителния проводник неговата допустима дължина може да бъде определена с помощта на описания в Приложение №2 метод.

8.) Груповият заземителен проводник се свързва с релсите или със самостоятелния заземител с два проводника.

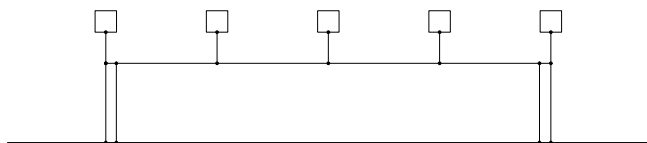
3.2.4. Стълбовете, на които са монтирани разединители



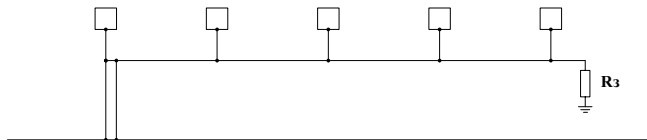
а) Г - схема



г) Т - схема



г) П - схема



г) П - схема

ФИГ. 3.2.1. Группово заземяване (варианти)

или устройства за защита от пренапрежения на съоръженията на КМ, стълбовете, разположени на общодостъпни места, се свързват с два заземителни проводника директно с релсите на тяговата релсова мрежа. Препоръчва се местата на свързване на двата проводника към релсата да бъдат по възможност на минимално разстояние едно от друго с оглед едновременен визуален контрол на тяхната цялост.

В участъци с двунишкови релсови вериги, когато съпротивлението на естествено заземяване на тези стълбове е по-малко от посочените в Таблица 2.1. нормативни стойности, посочените по-горе стълбове да се свържат към средната точка на дросел-трансформатор (съществуващ или допълнителен).

3.2.5. Всички останали стълбове, освен посочените в 3.2.4., се свързват с релсата с един заземителен проводник

В участъци с двунишкови релсови вериги, когато съпротивлението на естествено заземяване на тези стълбове е по-малко от посочените в Таблица 2.1. нормативни стойности, стълбове да се свържат с един проводник към средната точка на дросел-трансформатор (съществуващ или допълнителен).

3.2.6. Препоръчва се в района на гари да се избягва, заземяване към релсите на коловози, които се използват по-рядко за нуждите на движението и често са с по-високо преходно съпротивление спрямо земя.

3.2.7. В участъци с двунишкови релсови вериги при свързване на заземителните проводници с релсите или със средната точка на дросел-трансформатор да се спазят изискванията за начина на свързване съгласно т.2.4.

3.2.8. Когато стълбовете, заземени директно към релса или към средна точка на дросел-трансформатор, са разположени в зони с висок потенциал на релсата, за тези стълбове да се реализират някои от посочените в т.2.2.4. мероприятия за ограничаване на опасността от висок потенциал на релсата.

3.2.9. При твърди напречници към релсата с два заземителни проводника се заземяват стълбовете от едната страна на напречника. Ако на стълб с такъв напречник има устройства за защита от пренапрежения на съоръженията на КМ, заземлението се монтира към този стълб.

Да се осъществи електрическа връзка между отделните звена на твърдия напречник посредством медно въже 50 mm^2 чрез болтови връзки.

3.2.10. При гъвкави напречници се заземяват стълбовете от двете страни.

3.3. Заземяване на стълбовете на захранващите и обратните фидери. Изпълнение на обратния фидер на тяговата подстанция.

3.3.1. При прокарване на проводниците на захранващи и на въздушните обратни фидери по стълбовете на контактната мрежа тези стълбове да се заземяват съгласно изискванията на т.3.2.

3.3.2. Стълбовете на захранващите фидери, разположени встрани от контактната мрежа, да се заземят с групов заземителен проводник към релсите или съответно към средна точка на дросел-трансформатор. Стълбовете на разположени съседство захранващи фидери могат да се обединят с един земителен проводник.

Дължината, типът и сечението на груповия заземителен проводник се определят в съответствие с Приложение №2.

Прави се проверка за падението на напрежение в груповия заземителен проводник при късо съединение пред подстанцията и, ако стойността му превишава допустимото допирно напрежение, около отдалечените от мястото на свързване на груповия заземителен проводник с релсите стълбове в почвата се полага проводник за изравняване на потенциалите, свързан с металната конструкция на стълба на две места.

3.3.3. При голяма дължина на захранващите фидери се допуска част от стълбовете в близост до тяговата подстанция да се свържат с групов заземителен проводник със заземлението

на подстанцията.

Дължината, типът и сечението на груповия заземителен проводник се определят в съответствие с Приложение № 2.

Около стълбовете на захранващия фидер да се монтират потенциални изравнителни контури, ако той е разположен на общодостъпни места.

3.3.4. Допуска се също така стълбовете на захранващи фидер да се заземят към заземители със съпротивление на заземяване не по-голямо от $10\ \Omega$. Когато стълбовете са на общодостъпни места, около всеки стълб да се монтира потенциален изравнител, свързан със стълба на две места. При това не трябва да се допуска изнасяне на потенциала на заземителя към други съоръжения.

3.3.5. Крайните стълбове на захранващите фидери пред тяговата подстанция, на които има монтирани секционни разединители, да се заземят към заземлението на тяговата подстанция и около тях да се монтира потенциален изравнителен контур.

3.3.6. Крайните стълбове на захранващите фидери при релсите на електрифицирания участък се заземяват индивидуално към релсите или към средна точка на дросел-трансформатор в съответствие с изисквания на т. 2.4.

3.3.7. Обратният фидер се окачва на стълбовете извън територията на подстанцията на изолатори за напрежение не по-малко от 1 kV.

Стълбовете на обратния фидер не се заземяват.

Обратният фидер не се изолира от крайния стълб, след който той се свързва с релсите или със средна точка на дросел-трансформатор. Около този стълб да се монтира потенциален изравнител.

3.3.8. Ако захранващият и обратният фидер са положени на едни и същи стълбове, стълбовете се заземяват към обратния фидер (в този случай последният не се изолира от стълбовете). При това около стълбовете трябва да се монтират потенциални

изравнители, свързани на две места с металната конструкция на стълба, когато стълбовете са на общодостъпни места.

3.3.9. Системата за обратния тягов ток при тяговата подстанция (за тази система е добило гражданственост краткото название „обратен фидер“) да се изпълни по триелементна схема, включваща:

- заземлението на тяговата подстанция;
- релсите на коловоза, постъпващ на територията на тяговата подстанция;
- проводников въздушен или подземен обратен фидер. За предпочитане е обратният фидер да се изпълни въздушно, тъй като при полагане в земята на неизолиран обратен фидер потенциалът на заземлението на подстанцията се изнася във нейната територия и може да представлява опасност за разположени в съседство метални съоръжения.

Ако на територията на подстанцията няма специален коловоз, да се предвидят два проводникови обратни фидера.

На територията на тяговата подстанция трите елемента на системата за обратния тягов ток се свързват помежду си и със съответния извод на вторичната намотка на тяговия трансформатор.

3.3.10. Двете релси на коловоза на територията на подстанцията се свързват със заземителния контур на подстанцията на всеки $5 \div 10$ m. Релсите на този коловоз трябва да има електрическа връзка с тяговата релсова мрежа на електрифицирания участък и да бъдат оборудвани с електрически съединители в местата на неизолираните релсови връзки. Не се допуска монтиране на изолирани релсови междини по дължината на релсите на този път.

3.3.11. Проводниковият обратен фидер да се свърже с релсите от тяговата релсова мрежа с два проводника.

При прилагане на два проводникови обратни фидера е целесъобразно същите да се свържат към релсите на различ-

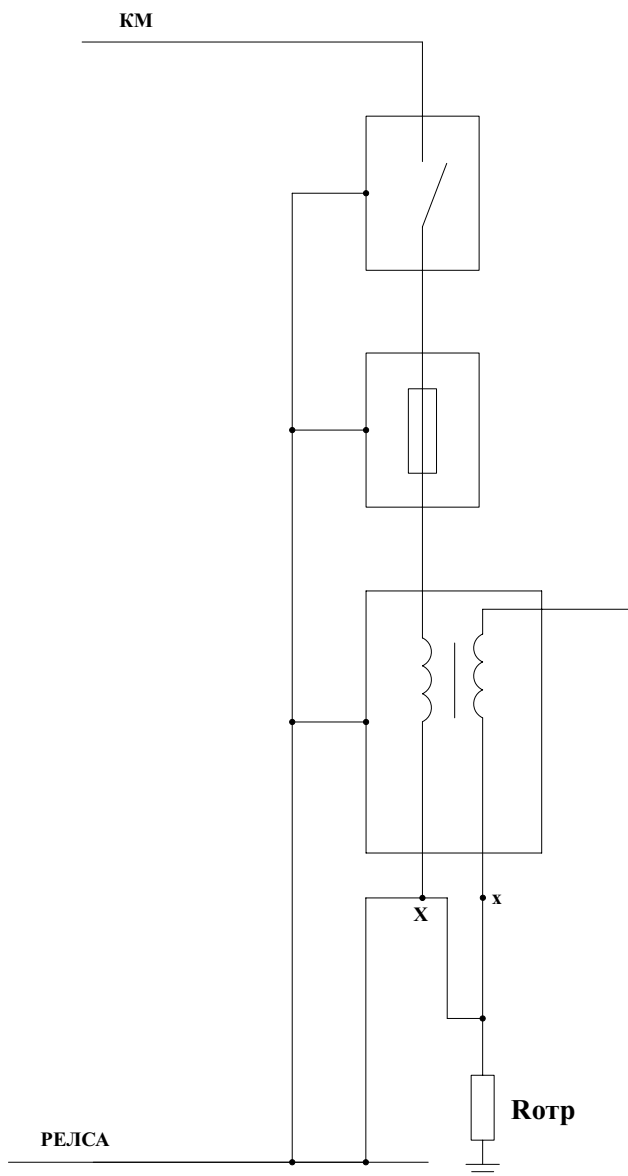
ни коловози или към един и същи коловоз на разстояние не по-малко от 250 m един от друг с цел гарантиране, от една страна на непрекъснатост на веригата на обратния тягов ток и, от друга страна, ограничаване в максимална степен на потенциала на релсите в местата на свързване на обратните фидери с релсите.

В мястото на присъединяване на проводниковия обратен фидер с релсите да се монтират междурелсови и междупътни съединители в съответствие с т.2.1.8.

3.3.12. По участъци с двунишкови релсови вериги на ОТ мястото на свързване на обратния фидер и на релсите на коловоза, постъпващ на територията на тяговата подстанция, с релсите на електрифицирания участък се определя в съответствие с изискванията за нормална работа на устройствата за ОТ.

3.4. Заземяване на съоръженията в трансформаторните постове за захранване на нетягови потребители ниско напрежение от контактната мрежа.

3.4.1. Работното заземяване на трансформатора и защитното заземяване на корпусите и металните носещи конструкции на съоръженията за електрозахранване, монтирани заедно с трансформатора на стълб край електрифицираната жп линии се изпълнява към релса и към самостоятелен заземител. Принципната схема на заземяването е показана на фиг. 3.4.1.



ФИГ. 3.4.1.

3.4.2. Съпротивлението на самостоятелния заземител (работно заземяване) е $R_{\text{отр}} \leq 4\Omega$ за трансформатори с мощност до 100 кVA се допуска $R_{\text{отр}} \leq 10\Omega$ (при специфично съпротивление на почвата, по-голямо от $100\Omega.m$).

3.4.3. Връзката, която съществува конструктивно между, заземяваните изводи на намотка високо напрежение и намотка ниско напрежение, се разкъсва.

3.4.4. Извод „X“ на намотка високо напрежение на трансформатора се свързва с един заземителен проводник с релсата или със средна точка на дросел-трансформатор (в участъци с двунишкови релсови вериги). С друг самостоятелен заземителен проводник същият извод се свързва директно със самостоятелния заземител $R_{\text{отр}}$.

3.4.5. Казанът на трансформатора, металните носещи конструкции и корпусите на съоръженията високо напрежение (разединител, предпазител, ръчно задвижване на разединителя), металната конструкция на стълба (при монтиране на трафопоста на железорешетъчен стълб) се свързват с отделен заземителен проводник с релсата или със средна точка на дросел-трансформатор.

3.4.6. При свързване на двата заземителни проводника директно към релсата се препоръчва местата на свързването на всеки от проводниците към релсата с кука-болт да бъдат по възможност на минимално разстояние едно от друго с оглед едновременно визуален контрол на тяхната цялост. В участъци с двунишкови релсови вериги двата проводника се свързват поотделно към средната точка на дросел-трансформатор.

3.4.7. Извод „x“ на намотка ниско напрежение се свързва с един заземителен проводник със самостоятелния заземител $R_{\text{отр}}$. Към същия заземителен проводник се свързва и корпусът на клемната кутия ниско напрежение, монтирана на стълба с трансформатора.

3.4.8. При монтиране на съоръженията на трафопоста на железорешетъчен стълб металната конструкция на стълба трябва да е свързана със заземителния проводник, осъществяващ

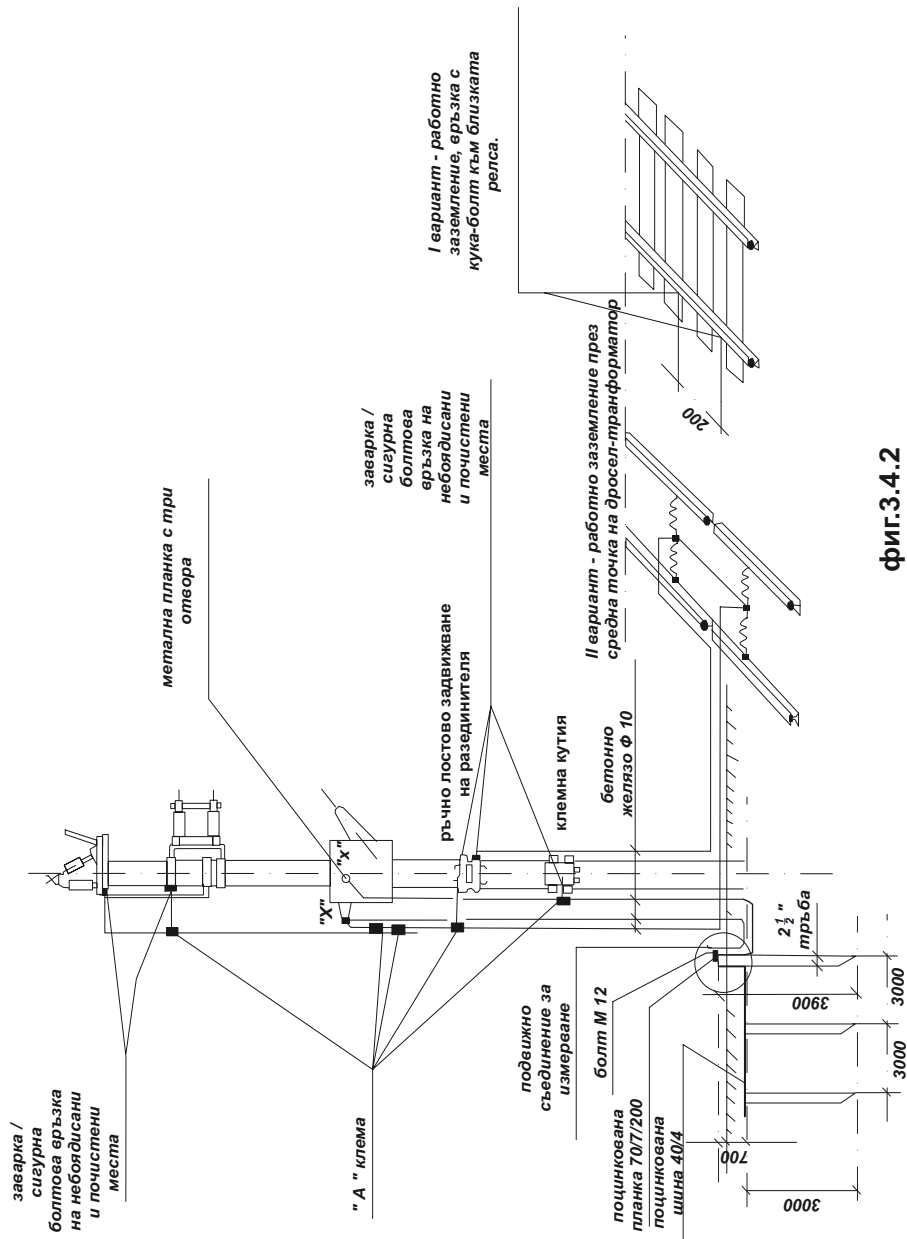
връзка с релсата. Допуска се използването на металната конструкция на стълба в качеството на заземителен проводник за защитно заземяване на металните конструкции на съоръженията, монтирани на стълба.

3.4.9. Когато трафопостът е в зона с висок потенциал на релсата, в почвата около стълба, на който са монтирани съоръженията на трафопоста, да се изпълни потенциален изравнителен контур, свързан на две места с металната конструкция на стълба или със заземителните проводници, осъществяващи връзка с релсата (в съответствие с т.4.16).

3.4.10. Заземителните проводници да се изпълнят от арматурно желязо с диаметър не по-малък от 10 mm.

3.4.11. Самостоятелният заземител $R_{отр}$ да се изпълни от цинковани метални тръби или винкел, свързани с метална шина.

3.4.12. Конструктивното изпълнение на заземяването на съоръженията на трафопост 25/0,22 kV за захранване на потребители ниско напрежение от контактната мрежа, монтирани на железобетонен стълб, е показано като пример на фиг. 3.4.2.



фиг.3.4.2

3.5. Заземяване на потребители ниско напрежение.

3.5.1. Заземяване на потребители ниско напрежение, захранени от контактната мрежа:

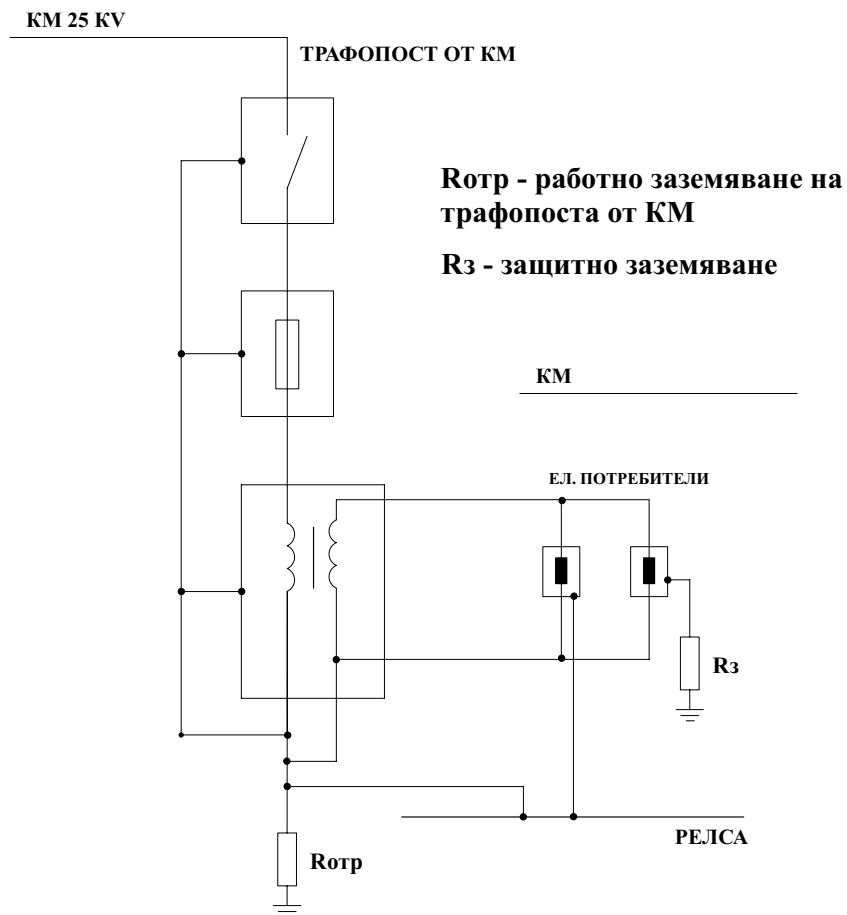
1.) Когато потребителите ниско напрежение са монтирани върху съоръжение, свързано с релсата, металният корпус на потребителя се заземява към съоръжението, свързано с релсата.

2.) Когато потребители ниско напрежение в метален корпус са монтирани самостоятелно в зоната на индиректен допир, показана на фиг.2.1., корпусът им се заземява към релсата или към средна точка на дросел-трансформатор (за участъци с двунишкови релсови вериги). Не се допуска заземяване само към самостоятелен заземител R_3 , без връзка с релсите.

В зони с висок потенциал на релсата в общодостъпни места около такива съоръжения да се изпълни потенциален изравнителен контур съгласно т.4.15.

3.) Когато потребителите ниско напрежение са извън зоната на индиректен допир, те се заземяват по възможност към релсата или се зануляват и заземяват към самостоятелен заземител $R_3 \leq 10 \Omega$ в съответствие с националните нормативни документи.

Принципна схема на заземяване на потребители ниско напрежение съгласно т.3.5.1. е показана на фиг.3.5.1.



ФИГ. 3.5.1.

3.5.2. Заземяване на потребители ниско напрежение, захранени от местна (селищна) мрежа със заземен звезден център:

1.) Когато потребителите ниско напрежение са монтирани върху съоръжение, свързано с релсата, металният корпус на потребителя се заземява към съоръжението, свързано с релсата.

Бронята и металната мантия на кабела, постъпващ към устройството ниско напрежение, да се прекъснат преди постъпване на кабела в корпуса.

В зони с висок потенциал на релсите напрежението да се подава към потребителя през разделящ трансформатор.

2.) Когато потребители ниско напрежение в метален корпус са монтирани самостоятелно в зоната на индиректен допир, показана на фиг.2.1., корпусът им се заземява към релсата или към средна точка на дросел-трансформатор (за участъци с двунишкови релсови вериги) и към повторен заземител $R_{пз} \leq 10 \Omega$ (фиг. 3.5.2.а). Не се допуска заземяване към самостоятелен заземител R_z , без връзка с релсите.

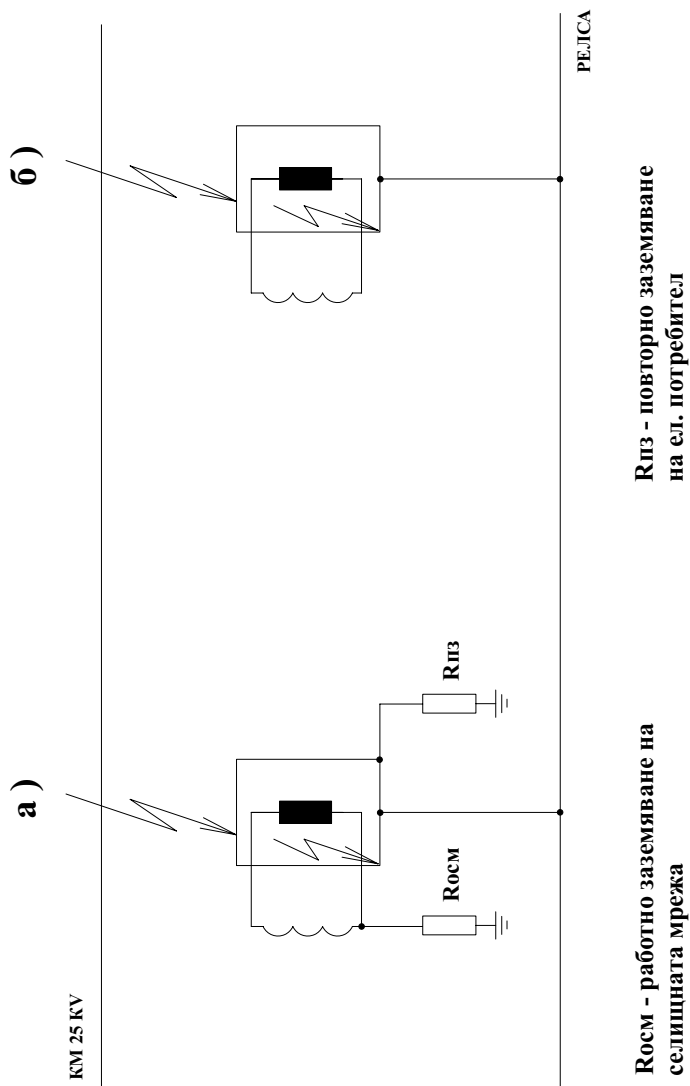
Бронята и металната мантия на кабела, постъпващ към устройството ниско напрежение, да се прекъснат преди постъпване на кабела в корпуса.

В зони с висок потенциал на релсата напрежението да се подава към потребителя през разделящ трансформатор. В общодостъпни места около такива съоръжения да се изпълни потенциален изравнителен контур съгласно т.4.15.

3.) Когато потребителите ниско напрежение са извън зоната на индиректен допир, металният им корпус се занулява и се заземява към повторен заземител $R_{пз} \leq 10 \Omega$ в съответствие с националните нормативни документи.

3.5.3. Когато потребители ниско напрежение, разположени в зоната на индиректен допир, се захранват от мрежа с изолиран звезден център или след разделящ трансформатор те се заземяват към релсата (фиг. 3.5.2.б). Не се допуска заземяване на такива потребители към самостоятелен заземител без връзка с

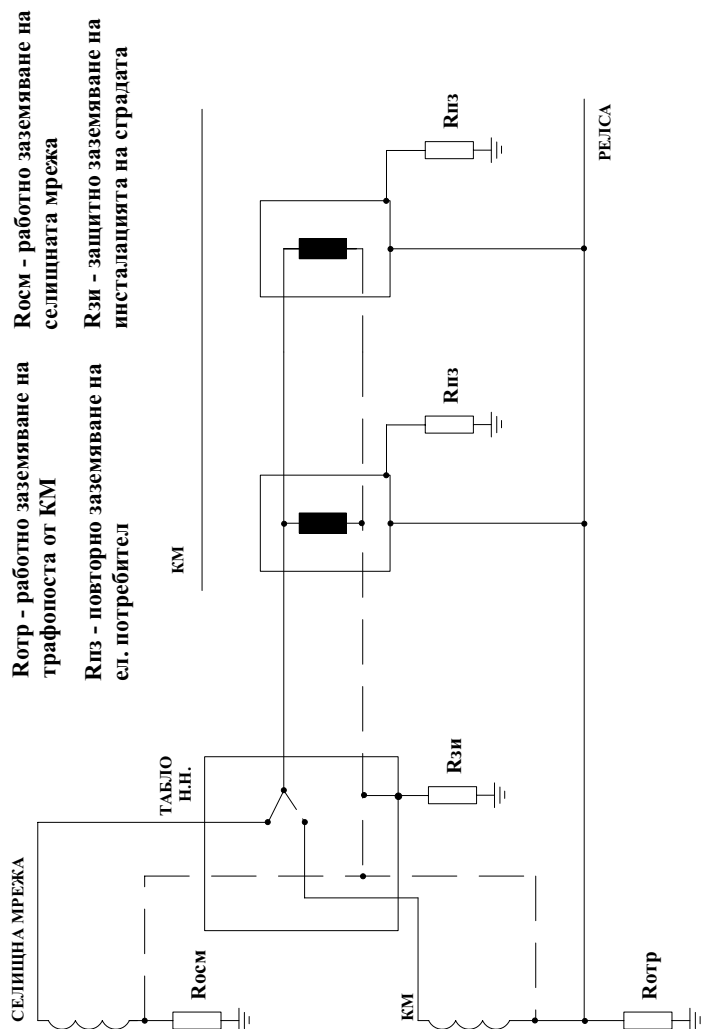
релсата. Следва да се предвиди и контрол на изолационното съпротивление на мрежата, като съответното устройство действа не само на сигнал, а и на изключване.



ФИГ. 3.5.2.

3.5.4. Когато потребители ниско напрежение се захранват чрез превключване от местна мрежа със заземен звезден център или от контактна мрежа, заземяването им се осъществява както следва:

1.) Когато потребителите ниско напрежение са разположени в зоната на индиректен допир, те се заземяват към релсата и към повторен заземител $R_{пз} \leq 10 \Omega$ (фиг. 3.5.3.).

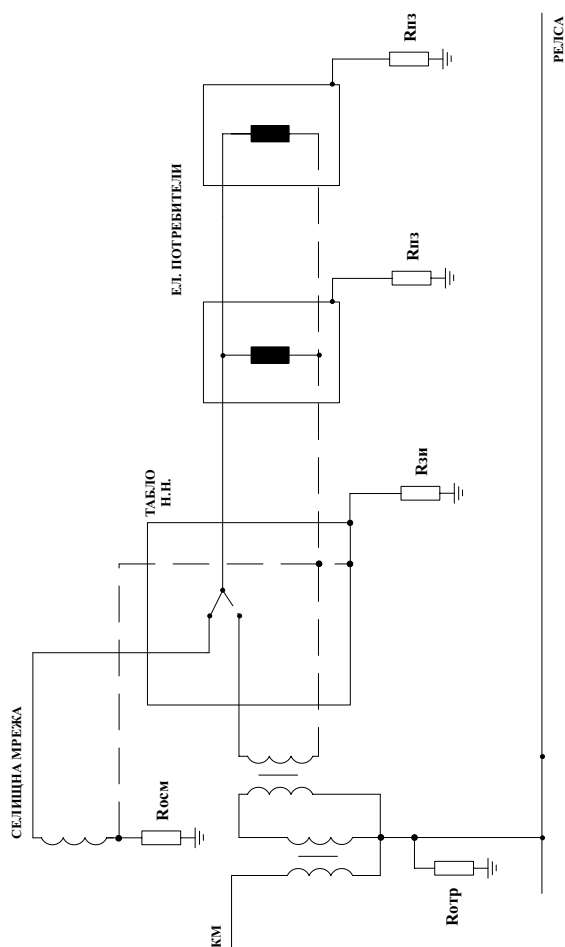


ФИГ. 3.5.3.

В зони с висок потенциал на релсата напрежението от местната мрежа се подава през разделящ трансформатор, след който нулевият проводник се свързва с релсата.

2.) Когато потребителите ниско напрежение са разположени извън зоната на индиректен допир, те се зануляват и се заземяват към повторен заземител $R_{пз} \leq 10 \Omega$ в съответствие с националните нормативни документи.

В зони с висок потенциал на релсата напрежението от контактната мрежа се подава през разделящ трансформатор (фиг.3.5.4.).



ФИГ. 3.5.4.

3.6. Заземяване на съоръжения в електрифицирани тунели.

3.6.1. Детайлите за закрепване на изолаторите на контактната мрежа към конструкцията на тунела да се свържат с групов заземителен проводник (шина), който се съединява с тяговата релсова мрежа. Дължината на груповия заземителен проводник да се определи съгласно методиката в Приложение 2 за конкретните условия на взаимно разположение на всички проводници и релсите в тунела. Единият край на груповия заземителен проводник може да се заземи към самостоятелен заземител (фиг.3.2.1.г), като се спазят изискванията съгласно т. 2.2.5.

3.6.2. В участъци с двунишкови релсови вериги, когато естественото съпротивление на заземяване на заземяваните елементи не удовлетворява изискванията за директно свързване с релсите съгласно таблица 2.1., заземяването да се изпълни към средната точка на дросел-трансформатор.

3.6.3. Заземяването на релейните шкафове и светофорите в тунела да става с предимство директно към тяговата релсова мрежа, като при необходимост се монтират изолиращи елементи във възлите на закрепване на шкафовете и светофорите към стената на тунела.

3.6.4. Всички метални елементи на груповото заземление в тунела да се покрият с антикорозионно покритие.

3.7. Заземяване на съоръженията в пунктовете за предварително електрическо отопляване на влаковете.

3.7.1. Предварителното електрическо отопляване на влаковете в големи гари се осъществява от контактната мрежа. За целта се използва специален трансформатор, подобен на локомотивния, който се захранва от контактната мрежа през разединител и прекъсвач. Напрежението на ниската страна на трансформатора се довежда с кабели до съответните коловози, на които се разполагат влаковите състави за предварително подгриване.

3.7.2. Корпусите и металните конструкции на съоръженията високо напрежение в пункта се свързват помежду си и чрез два заземителни проводника се свързват с (заземяват към) релсите на най-близкия коловоз, използван за отопляване на влаковете.

Около съоръженията в пункта се изпълнява потенциален изравнителен контур, с който се свързват корпусите и металните конструкции на всички съоръжения в пункта, включително металните обвивки и броня на кабелите за подаване на захранването до коловозите за отопляване. В местата на извеждане на тези кабели до съответните коловози металната им обвивка и бронята се свързват с релсите на съответния коловоз.

3.7.3. Корпусът на табло собствени нужди в пункта, към което се подава ниско напрежение от външен източник, се свързва с изравнителния контур (със заземителните проводници на пункта). Металната обвивка и бронята на кабела ниско напрежение, ако са заземени при източника на захранване, се прекъсват преди постъпване на кабела в пункта. Кабелът се изолира от корпуса на таблото. Препоръчва се захранването на таблото с ниско напрежение от външен източник да се осъществи през разделящ трансформатор.

3.7.4. Релсите на всички коловози за отопляване на влакове се свързват с междупътни съединители помежду си и с мястото на свързване на двата заземителни проводника на пункта с релсите на един от тези коловози съгласно т.3.7.2. За участък с двунишкови релсови вериги междупътните съединители се монтират между средните точки на дросел-трансформатори.

3.7.5. За релсите на тези коловози трябва да бъдат изпълнени всички изисквания съгласно т.2.1. по отношение непрекъснатост на веригата. В двата края на тези коловози трябва да бъде изпълнена връзка с релсите на главния път на електрифицирания участък или с релсите на други гарови коловози, свързани с главния път.

3.8. Заземяване на мостове.

3.8.1. Металните мостове и металните конструкции на железобетонни мостове, на които е закрепена контактна мрежа трябва да бъдат заземени към тяговата релсова мрежа. Към релсата трябва да бъдат заземени и металните мостове в зоната на индиректен допир до контактната мрежа, предпазните щитове на мостовете и конструкцията на металните мостове, по които преминава електрифицираната жп линия, независимо от това дали на тях са разположени носещи конструкции на контактната мрежа.

3.8.2. Заземяването към релсата става с два заземителни проводника. Металните носещи конструкции на контактната мрежа трябва да бъдат свързани директно с металния мост или металната конструкция на железобетонния мост (с веригата на неговото заземяване).

3.8.3. В участъци с двунишкови релсови вериги заземяването да се изпълни към средната точка на дросел-трансформатор.

3.9. Заземяване на съоръжения до коловози, които се използват за преливане на леснозапалими течности

3.9.1. Неизолираните релсови връзки на релсите на всички коловози на гарата, включително на релсите на преливния коловоз, трябва да бъдат шунтирани с приварени джонтови съединители от меден гъвкав проводник $50 \div 70 \text{ mm}^2$. При това положение съпротивлението на релсовата връзка не трябва да бъде по-голямо от съпротивлението на 3 m цяла релса.

3.9.2. Релсите на останалите коловози в гарата (без преливния коловоз) се свързват с междупътни съединители от арматурно желязо с диаметър не по-малко от 10 mm.

3.9.3. Когато преливният коловоз не е електрифициран, неговите релси се изолират от релсите на останалите коловози в гарата. За целта в двата края на преливния коловоз се монтират по два чифта изолирани джонтови съединители на всяка релса. Разстоянието между двете изолирани връзки на всеки чифт трябва да бъде по-голямо от дължината на състава, който ще влиза в преливния коловоз. Релсите между двата чифта изолирани връзки се заземяват към самостоятелен заземител със съпротивление не повече от 10 Ω .

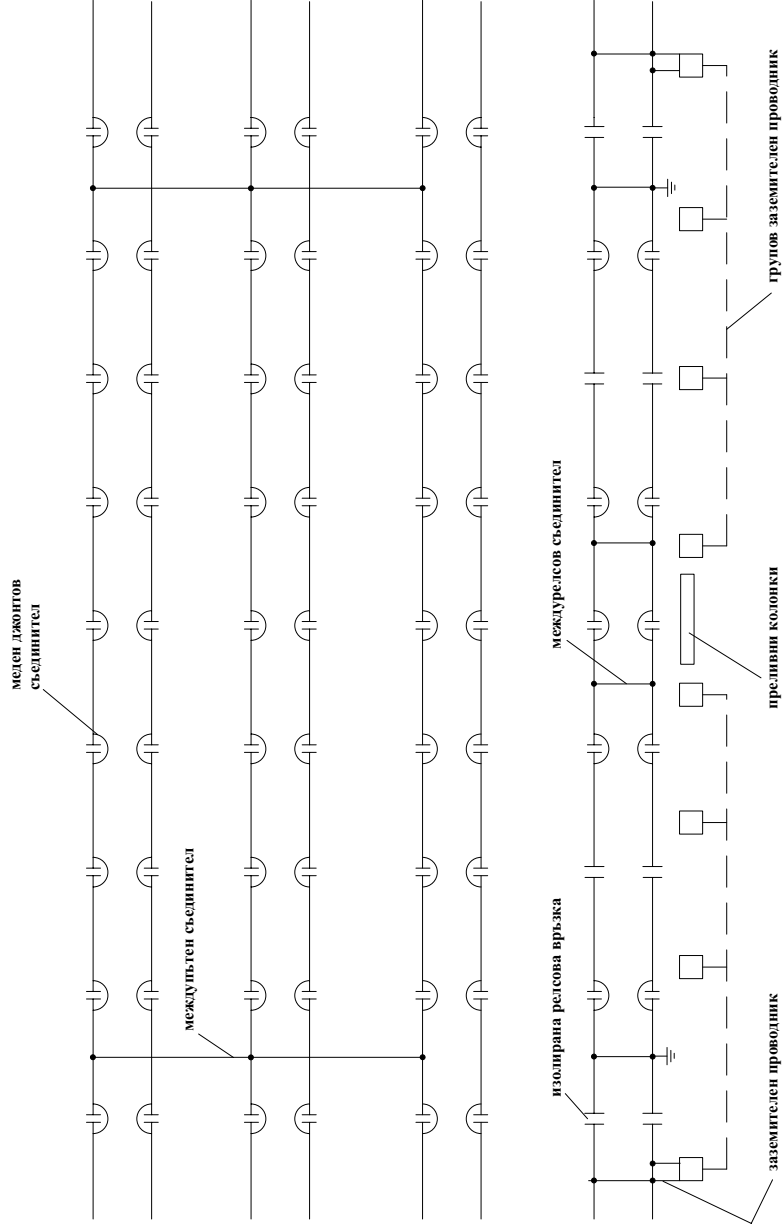
Релсите на преливния коловоз между двете изолирани вставки не трябва да имат връзка с релсите на останалите коловози. Да се монтират два междурелсови съединителя на преливния коловоз близо до двата края на преливните колонки, изпълнени от арматурно желязо с диаметър не по-малък от 10 mm.

3.9.4. Когато покрай неелектрифицирания коловоз са поло-

жени стълбове, носещи контактната мрежа на останалите електрифицирани коловози в гарата, стълбовете от двете страни на преливните колонки до коловоза се заземяват на две самостоятелни групи към релсите на преливния коловоз извън изолираните вставки. За целта всички стълбове от едната страна на преливните колонки (от най-близкия до преливните колонки стълб до първия стълб, който е извън изолираната част на преливния коловоз) се свързват с групов заземителен проводник, който се свързва с два заземителни проводника с релсите на преливния коловоз извън изолираната му част. Изпълнението на груповото заземяване да става в съответствие с посоченото в т.3.2. и т.4. Не се допуска свързване на груповия заземителен проводник с релсите на преливния коловоз между изолираните джонтови връзки.

Релсите на преливния коловоз извън изолираните джонтови връзки трябва бъдат свързани помежду си и с релсите на останалите коловози в гарата.

На фиг. 3.9.1. е показано принципно изпълнението на заземяването на стълбовете и мероприятията в релсовия път за предотвратяване на опасността от искрообразуване в близост до преливния коловоз за случая, когато преливният коловоз не е електрифициран.



ФИГ. 3.9.1.

3.9.5. Когато преливният коловоз е електрифициран, също се реализират мероприятията съгласно т.3.9.1. и 3.9.2. за предотвратяване опасността от искрообразуване. По релсите на преливния коловоз трябва да бъде изпълнено следното:

1.) От двете страни на преливните колонки, разположени до коловоза, във всяка релса на преливния коловоз се монтират изолирани джонтови връзки. Разстоянието между тях трябва да бъде такова, че при извършване на преливни работи да не се допусне шунтиране на някоя от изолираните връзки от състава, намиращ се на преливния коловоз (примерно 200 m).

2.) Релсите на преливния коловоз от двете страни на преливните колонки между двата чифта изолирани джонтови връзки се свързват с междурелсови съединители от арматурно желязо с диаметър не по малък от 10 mm.

3.) Релсите на преливния коловоз извън изолираните джонтови връзки трябва бъдат свързани помежду си и с релсите на останалите коловози в гарата.

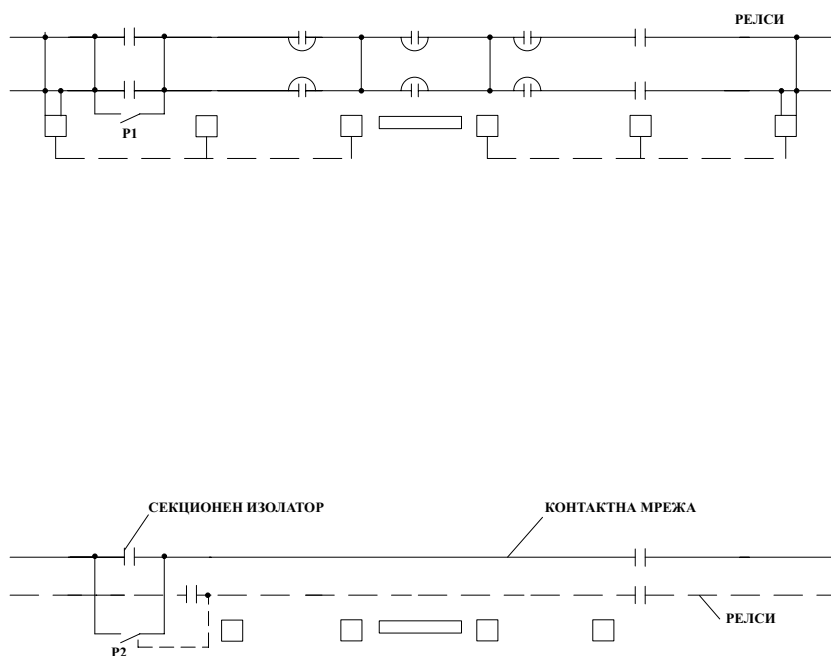
4.) Към единия от чифтовете изолирани джонтови връзки се монтира разединител P_1 , който да шунтира изолираните връзки и да осигурява път за обратния тягов ток по релсите, когато по коловоза се движи електрически подвижен състав и не се осъществяват преливни операции. При провеждане на преливни работи разединителят задължително е изключен.

3.9.6. Когато преливният коловоз е електрифициран, заземяването на стълбовете на контактната мрежа на коловоза се изпълнява по описания в т.3.9.4. начин.

Контактната мрежа на преливния коловоз пред преливните колонки да се изолира от останалата контактна мрежа в гарата. За целта от двете страни на преливните колонки в нея да се врежат два секционни изолятора, така че между тях да се образува неутрална вставка с дължина не повече от 200 m. За включване на неутралната вставка под напрежение в единия ѝ край да се монтира разединител P_2 , със заземителен нож, който да може да шунтира единия секционен изолятор. При изключване на разединителя контактната мрежа

на неутралната вставка се заземява чрез заземителния нож на разединителя към изолираната част от релсите на преливния коловоз. Разединител P_2 да се монтира на същия стълб, на който е закрепен релсовият разединител P_1 .

Изпълнението на защитните мерки по релсите на преливния коловоз и секционирането на контактната му мрежа, когато преливният коловоз е електрифициран, са посочени като пример на фиг.3.9.2.



ФИГ. 3.9.2.

3.10. Заземяване на други единични метални съоръжения, разположени в близост до електрифицираната жп линия.

3.10.1. Металните части на устройства на ОТ (светофори, релейни шкафове, светофорни мостове и др.), които са разположени в зоната на индиректен допир, показана на фиг.2.1., трябва да бъдат заземявани към тяговата релсова мрежа.

3.10.2. Релейните шкафове и светофорите се заземяват с един заземителен проводник директно към релса или към средна точка на дросел-трансформатор, ако са удовлетворени изискванията за тяхното съпротивление на естествено заземяване съгласно таблица 2.1.

Ако съпротивлението на естествено заземяване на фундамените им е по-ниско от допустимите съгласно таблица 2.1. стойности, може шкафът или металните части на светофора да се изолират от фундамента, за да могат да се заземят те към релсата.

3.10.3. Металната обвивка и бронята на кабелите, постъпващи в релейния шкаф и светофора, трябва да бъдат изолирани от техния корпус и арматура.

3.10.4. Отделно стоящи до електрифицираната жп линия метални устройства и конструкции (шкафове за захранване на устройствата за електрическо отопление на стрелките, информационни табла, часовници, радиоколонки и др.) се заземяват към тяговата релсова мрежа, когато са разположени изцяло или частично в зоната на индиректен допир. При това в участъци с автоблокировка трябва да бъдат спазени изискванията съгласно т. 2.4,

3.10.5. Около шкафа за захранване на устройства за електрическо отопление на стрелките да се изпълни потенциален изравнител, свързан на две места с шкафа.

Металната обвивка и бронята на захранващия кабел ниско напрежение да се изолират от металния шкаф.

3.10.6. Отделно стоящи метални устройства и конструкции, чиито стълбове или фундаменти са разположени на разстояние

повече от 5 m от проекцията на проводниците на мрежата върху земята (извън зоната на индиректен допир, показанана фиг. 2.1.), а горната част на конструкцията е вътре в границите на влияние на електрическо поле (в горната част на зоната на защитно заземяване от фиг. 2.1), може да не се заземяват към релса, а трябва да имат връзка със земя за защита от влиянието на електрическото поле на проводниците под високо напрежение.

3.10.7. Не подлежат на заземяване към релсата положените непосредствено на земята малки метални устройства и конструкции (приземни светофори, трансформаторни кутии, кутии за отопление на стрелки, разпределителни (РК) кутии и др.), както и стрелковите обръщателни апарати, които конструктивно са свързани с релсите.

4. КОНСТРУКТИВНО ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ЗАЗЕМИТЕЛНИТЕ УСТРОЙСТВА

4.1. Материалът, конструкцията, размерите на заземителя и на заземяващите проводници, техните контактни съединения трябва да осигуряват достатъчна степен на устойчивост срещу механични, термични и корозионни въздействия.

4.2. Като заземителни проводници следва да се използват:

- специално предвидени за целта проводници;
- металните конструкции на съоръженията и устройствата.

В този случай трябва да бъде осигурена непрекъснатостта на електрическата верига. В местата, където липсва металически контакт между отделните елементи на конструкцията, да се монтират метални електрически съединители. В местата със заварки, болтови или пресови връзки такива съединители не се поставят.

4.3. Не се допуска използването на заземителните проводници за други нужди. Работните и защитни заземления по принцип се съвместяват.

4.4. Всеки заземяван елемент от уредбата трябва да бъде присъединен към заземителя (при индивидуално заземяване) или към груповия заземителен проводник (при групово заземяване) посредством отделен самостоятелен заземителен проводник. Не се допуска последователно включване в заземителния проводник на няколко заземявани части от уредбата.

4.5. Заземителният контур и заземителните проводници се изпълняват предимно от стомана (арматурно желязо, поцинковани тръби, пръти, ленти, винкели и др.).

Груповият заземителен проводник да се изпълни от биметални, стоманоалуминиеви, алуминиеви или медни въжета със сечение не по-малко от 70 mm^2 .

За работните заземления и металните съединения при заземяване на подвижни елементи на конструкцията се използват медни гъвкави проводници.

4.6. За стълбовете на контактната мрежа заземителните проводници се изпълняват от арматурно желязо с диаметър минимум 10 mm.

Заземителните проводници по железобетонните стълбове се монтират встрани от конзолата в съответствие с позиция 2 19 319 01 на „Албум възли и детайли на контактната мрежа за електрифициран жп транспорт 27,5 kV“ на ИПП „Транспроект“ от 1988 г.”

Заземителният проводник, положен върху стълба, трябва да бъде минимизиран и боядисан двукратно с корозионнозащитна боя.

При заземяване на съоръжения, положени на железорешетъчни стълбове, металната конструкция на стълба може да се използва като заземителен проводник. В основата на стълба металната конструкция се свързва на едно или две места посредством заземителни проводници с релсите в съответствие с позиция 2 19 319 02 на „Албум възли и детайли на контактната мрежа за електрифициран жп транспорт 27,5 kV“ на ИПП „Транспроект“ от 1988г.”.

4.7. За присъединяване на заземителните проводници към заземяваните съоръжения и към заземителите да се изпълняват самостоятелни контактни възли.

4.8. Съединяването на стоманените заземителни проводници помежду им и връзките им със заземяваната конструкция и със заземителя да се изпълняват предимно чрез заварка. При това дължината на заварката трябва да бъде равна на двойната ширина (при правоъгълно сечение) или шест пъти диаметъра на проводника. Допуска се съединяване на заземителни проводници с помощта на двуболтови клеми при гарантиране на периодичен контрол на тяхното състояние в процеса на експлоатация. Болтовите връзки трябва да са осигурени срещу развиване.

Присъединяването на заземителния проводник към металната конструкция на железорешетъчните стълбове се осъществява посредством болтови връзки, осигурени срещу развиване.

Заземителните проводници да се присъединяват към релсата само с болтова връзка (например с помощта на специална конструкция от типа на кука-болт). Не се допуска заваряване на заземителните проводници към релсите. Присъединяването на заземителния проводник към дросел-трансформаторите да става с клема към междудроселната връзка на дросел-трансформаторите или към клемните изводи на дросел-трансформатора с болтова връзка. Присъединяването на заземителния проводник към металната конструкция на мостовете се осъществява към второстепенни елементи на конструкцията посредством болтове, осигурени срещу развиване.

4.9. Заземителните проводници, които се монтират между стълба (или друго съоръжение) и релсата, се минимизират и боядисват двукратно с асфалтов лак. Периодично, съобразно необходимостта, лакът се възстановява.

4.10. Заземителните проводници и местата, където те се свързват със заземяването съоръжение и със заземителя, трябва да бъдат достъпни за контрол.

Заземителният проводник в открит път се полага открито по баластовата призма, а в гарите при пероните се полага закрито, в тръба или открито с твърдо фиксиране към повърхността.

В общодостъпни места заземителният проводник не трябва да пречи на преминаването на хора.

4.11. Заземителният проводник при индивидуално заземяване на отделни съоръжения се изпълнява от арматурно желязо с диаметър не по-малко от 10 mm. При два заземителни проводника всеки от проводниците е с посочения размер.

4.12. При групово заземяване на съоръжения и конструкции

всяко от тях се присъединява със самостоятелен проводник към груповия заземителен проводник. Груповият заземителен проводник се закрепва механически към съответното съоръжение, като тази връзка не трябва да се третира като електрическа. Присъединяването на заземяваните части на съоръжението към него става с клеми.

Закрепването на груповия заземителен проводник към железорешетъчни стълбове да се изпълнява в съответствие с позиция 2 19 314 01 на „Албум възли и детайли на контактната мрежа за електрифициран жп транспорт 27,5 kV на ИПП „Транспроект“ от 1988 г.”

4.13. Когато груповият заземителен проводник се закрепва на стълбове, които не се включват към него, той трябва да бъде изолиран от стълба, като за целта могат да се използват изолятори за напрежение 1 kV.

4.14. Типът и сечението на груповия заземителен проводник се избират в съответствие с Приложение 2 с оглед постигане на минимално съпротивление и минимални загуби на напрежение в проводника.

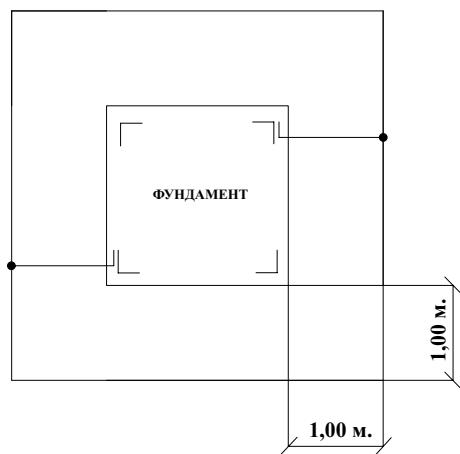
Груповият заземителен проводник се свързва със съответния заземител посредством два заземителни проводника, всеки от които е изпълнен от арматурно желязо с диаметър не по-малко от 10 mm.

При П-образна схема на изпълнение груповият заземителен проводник се свързва в двата края с по два заземителни проводника със съответните заземители.

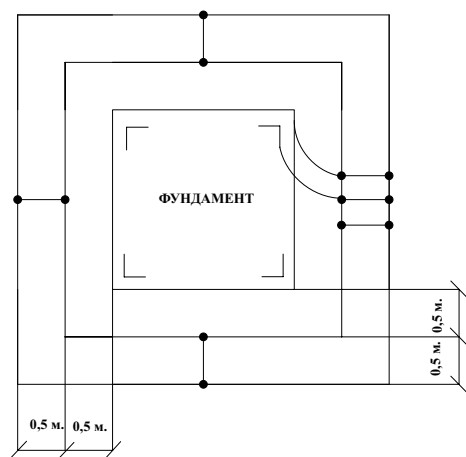
4.15. Потенциалният изравнителен контур около индивидуални обекти (стълбове, шкафове и др.) да се изпълни на дълбочина $0,3 \div 0,5$ m в почвата като едноелементен хоризонтален правоъгълен контур, страните на който са на разстояние 1 m от съответната конструкция (фиг.4.1). За индивидуални обекти на общодостъпни места в зони с висок потенциал на релсите и обекти, до които има чест достъп на хора за изпълняване на технологични операции (включвания, изключвания) контурът може да се изпълни като два правоъгълника, разположени на

разстояние 0,5 m от фундамента и един от друг, които се свързват помежду си поне на две места (фиг.4.2). Контурът се свързва със заземяваната конструкция на две места (с два проводника).

Контурът се изпълнява от арматурно желязо с диаметър не по-малък от 10 mm или поцинкована стоманена лента с аналогично или по-голямо сечение (примерно 40/3), положена в земята на ребро. Връзките със заземяваната конструкция се изпълняват от арматурно желязо с диаметър 10 mm или с поцинкована лента.



ФИГ. 4.1.



ФИГ. 4.2.

4.16. Потенциалният изравнителен контур около съоръженията на трафопостовите за захранване на нетягови потребители от контактната мрежа и около съоръженията в пунктовете за предварително електрическо отопляване на влаковете да се изпълни като два правоъгълника, положени на дълбочина $0,3 \div 0,5$ m в почвата на разстояние 1 и 2 m от краищата на съответната конструкция и съединени помежду си и със съответната конструкция (с нейното заземление или свързаните ѝ с релсите метални части) на две места.

4.17. Изпълнението на заземлението на подстанцията да стане в съответствие с посоченото в т.3.1. Заземлението на всяка подстанция и секционен пост се изпълнява по индивидуален проект.

5. ТЕКУЩО ПОДДЪРЖАНЕ И РЕМОНТ НА ЗАЗЕМИТЕЛНИТЕ УСТРОЙСТВА

5.1. При приемане в експлоатация на електрифицирани участъци или отделни електрически уредби след приключване на монтажа се прави проверка на съответствието на устройствата за защитно заземяване на предявяваните към тях с настоящата Инstrukция изисквания, заложи в проекта.

5.2. При приемо-предаването на монтираните заземителни устройства трябва да бъде представена съответна техническа документация, включваща: проект на заземителното устройство и направените в процеса на строителството промени (задължителен за големи заземителни устройства, като тези за ТП и СП); актове за оглед и проверка на състоянието на заземителното устройство; протокол за проведените измервания на съпротивлението на заземяване.

5.3. Всяко намиращо се в експлоатация заземително устройство със скрити елементи (заземителен контур, потенциал на изравняваща мрежа и т.п.) трябва да има паспорт, съдържащ схемата на заземлението, основните му технически данни, резултатите от проверка на състоянието му и от измервания, данни за проведени ремонти и измененията, внесени в заземителното устройство.

Паспортизацията е задължителна за заземителните устройства в ТП, СП, трафопостовите за захранване на нетягови потребители от КМ и заземителните устройства със скрити елементи в общодостъпни места (места с повишена опасност). За останалите заземителни устройства да се води дневник за ревизиите и ремонтите.

5.4. Експлоатацията на заземителните устройства включва

своевременно изпълнение на работите по текущото поддържане, текущия ремонт и основния ремонт. Периодичността на отделните видове работи е регламентирана за заземителните устройства на различните видове заземявани съоръжения с националните и ведомствени правилници и инструкции за техническа експлоатация. За основните видове съоръжения за електрозахранване по електрифицираните жп участъци, заземяването на които се третира в настоящата Инструкция, обемът работи по текущото поддържане и ремонт и тяхната периодичност са посочени в Таблица 5.1.

Таблица 5.1

Обект Вид обслужване Обем работи	Периодичност, месеци
Тягови подстанции и секционни постове	
Текущо поддържане:	
1. Проверка на състоянието на заземителния контур и на връзките към него. Почистване и при нужда боядисване.	6
2. Проверка на обратния фидер и на връзките му със заземлението на подстанцията.	6
Текущ ремонт (годишна профилактика)	
1. Ревизия на всички заземителни връзки. Възстановяване на влошени или прекъснати връзки.	12
2. Възстановяване на прекъснати участъци от заземителния контур.	12
Междурементни изпитания:	
1. Измерване на съпротивлението на заземителния контур.	36 (3год.)
Капитален (основен) ремонт:	
1. Разкопаване на най-уязвимите участъци от заземителния контур за контрол на целостта му.	60 (5 год.)
2. Заваряване на прекъснати участъци от паземителния контур. Замяна на корозирали участъци.	По данни от измерванията и огледите
3. Подмяна на заземителни инсталации обратни фидери.	180 (15 год.)
4. Боядисване на всички заземителни съоръжения. 5. Измерване съпротивлението на заземителния контур след ремонта.	60 (5 год.)
Стълбове по контактната мрежа:	
1. Оглед на заземленията при обходите за преглед на устройствата на контактната мрежа.	2
2. Измерване на преходното съпротивление на стълбовете спрямо земя.	След приемане в експлоатация и после 1 път на 5 год. за 1% от стълбовете
3. Ревизия и ремонт на индивидуалните и групови заземления	2 пъти годишно (пролет и есен)
4. Ревизия на съединяването на обратните проводници към релсите	При всички обходи

5.5. Текущото поддържане включва всички видове огледи, проверки и измервания на параметрите на устройствата.

Извършва се външен оглед на видимите части на заземителната инсталация и оглед на целостта на връзките между заземителя и заземяваното съоръжение. При необходимост лошите контактни връзки се коригират и се отстраняват забелязаните прекъсвания. Проверяват се съединенията на заземителната инсталация с естествени заземители. Периодично се измерва преходното съпротивление на заземлението спрямо земя.

5.6. При текущ ремонт се заменят и възстановяват отделни елементи на заземителните устройства при откриване на неизправност в тях.

5.7. Капиталният ремонт включва цялостна замяна и възстановяване на елементите на заземителното устройство.

5.8. Ремонтите включват и съответни измервания на параметрите на заземителните устройства. Извънредни измервания на съпротивлението на заземяване на заземителното устройство се извършват след неговото възстановяване след повреда, авария, реконструкция или капитален ремонт.

5.9. При текущото поддържане и ремонт на заземителните устройства и при осъществяване на измервания по тях трябва да се спазват изискванията на: Правилник за безопасност и здраве при работа в електрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи и Наредба № 13 за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в жп транспорт;

5.10. Текущото поддържане на заземителните устройства се изпълнява без изключване на напрежението. При всички работи следва да се запази непрекъснатостта на веригата на заземяване на съоръжението, конструкцията или уредбата. При необходимост от прекъсване на веригата на заземяване с цел ремонт (например отстраняване на прекъсване или лош контакт) или при някои измервания мястото на прекъсване трябва да бъде шунтирано предварително с гъвкав меден проводник със сечение не

по-малко от 50 мм² със съответни съединителни клеми в двата края и след това се допуска прекъсване на основния заземяващ проводник.

5.11. Работата по работните заземления, а също така по заземителните уредби на тяговата подстанция или трансформаторните постове, когато не може да се съхрани целостта на веригата на заземяване или се извършва практически пълна замяна на елементите на заземителното устройство, се извършва с изключване на напрежението и заземяване на уредбата.

5.12. Измерването на съпротивлението на заземителния контур на тяговите подстанции, секционните постове и трафопостовите за захранване на потребители от контактната мрежа се извършва при изключване на напрежението.

5.13. При осъществяване на огледи и ремонтни работи около железния път да се спазват всички правила за осигуряване безопасност на ремонтния персонал от преминаващ подвижен състав.

5.14. Забранява се да се извършват ремонтни работи и измервания по заземяващите устройства по време на дъжд, буря, мъгла и сняг, а също така в тъмната част на денонощието.

5.15. Текущото поддържане и ремонт на заземителните инсталации на съоръженията за електрозахранване на електрифицираните жп линии (тягови подстанции, секционни постове, стълбове по контактната мрежа, трафопостове за захранване на нетягови консуматори от контактната мрежа до кутия ниско напрежение) се извършва от персонала на енергосекциите.

5.16. Текущото поддържане и ремонт на заземителните инсталации на останалите съоръжения около електрифицирана жп линия се осъществява от персонала на поделението, собственик на съоръжението.

5.17. Ремонтните работи по заземителни устройства в участъци с двунишкови релсови вериги, при които съоръженията се свързват към релсите или средните точки на дросел-трансформатори, задължително да се изпълняват от представители на

енергосекциите и секция „С и Т“ - направление осигурителна техника.

5.18. Текущото поддържане и ремонт на заземленията на единични обекти (стълбове по контактната мрежа, шкафове на осигурителната техника, светофори и др.) се изпълнява от персонал с III^{-та} квалификационна група.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

ОБООЩЕНА ТАБЛИЦА ЗА РАБОТНО И ЗАЩИТНО ЗАЗЕМЯВАНЕ НА СЪОРЪЖЕНИЯТА ПО ЕЛЕКТРИФИЦИРАНИТЕ УЧАСТЪЦИ

Таблица П.1

№ по ред	Обект на заземяване	Вид на заземяването	Начин на заземяване	R_3 [Ω]
	Съоръжения в тяговата подстанция	работно и защитно	заземителна инсталация (заземителен контур и проводници за изравняване на потенциалите)	$\leq 0,5$
	Съоръжения в трафопостове 25/0,22kV за захранване от контактната мрежа	работно и защитно	свързване с релсите и със заземител R_3 плюс потенциален изравнителен контур: за мощности $> 100kVA$ за мощности $\leq 100kVA$	≤ 4 ≤ 10
	Съоръжения в пунктовете за електрическо отопляване на влаковете	работно и защитно	свързване с релсите плюс потенциален изравнителен контур плюс изравняване на потенциала на релсите на всички коловози за предварително отопляване и на потенциала на всички съоръжения за отопляване	
	Съоръжения в секционния пост	защитно	Заземителен контур и проводници за изравняване на потенциалите плюс връзка с релсите	$\leq 0,5$
	Всички метални конструкции и съоръжения на контактната мрежа; други метални съоръжения и конструкции в зоната на индиректен допир	защитно	свързване на релсата (директно или през дросел-трансформатор) плюс потенциален изравнителен контур (за зони с висок потенциал на релсите в общодостъпни места; за съоръжения с чест достъп на хора за технологични операции)	

	Единични метални конструкции и съоръжения в зоната на индиректен допир, които не са елемент на тяговото електрозахранване	защитно	по изключение! заземяване към самостоятелен заземител със съпротивление R_z плюс потенциален изравнителен контур около съоръжението: а) в зоната на действие на токовата отсечка: - на общодостъпни места; - в изолирани места; б) извън зоната на действие на токовата отсечка: - на общодостъпни места; - в изолирани места;	$\leq 1,5$ $\div 2$ ≤ 4 ≤ 4 ≤ 10
	Потребители ниско напрежение, запазени от контактната мрежа:			
	а) монтирани върху съоръжение, свързано с релсите;		заземяване към съоръжението, свързано към релсите;	
	б) монтирани самостоятелно в зоната на индиректен допир	защитно	свързване с релсата; плюс потенциален изравнителен контур (за зони с висок потенциал на релсата в общодостъпни места); по изключение: заземяване към самостоятелен заземител R_z с посочените в т.6 стойности плюс потенциален изравнителен контур;	
	в) монтирани самостоятелно извън зоната на индиректен допир		заземяване към допълнителен заземител R_z или свързване към релса;	≤ 10

	Потребители ниско напрежение, захранени от местен източник с директно заземен звезден център:	защитно		
	а) монтирани върху съоръжение, свързано с релсите;		заземяване към съоръжението, свързано към релсите; в зони с висок потенциал на релсите – захранване през разделящ трансформатор;	
	б) монтирани самостоятелно в зоната на индиректен допир		свързване с релсата; плюс потенциален изравнителен контур (за зони с висок потенциал на релсата в общодостъпни места); В зони с висок потенциал на релсите – захранване през разделящ трансформатор; по изключение: заземяване към самостоятелен заземител R_z с посочените в т.6 стойности плюс потенциален изравнителен контур;	
	в) монтирани самостоятелно извън зоната на индиректен допир		заземяване към допълнителен заземител R_z ;	≤ 10

ПРЕПОРЪКИ ОТНОСНО ИЗБОР НА ДОПУСТИМА ДЪЛЖИНА НА ГРУПОВ ЗАЗЕМИТЕЛЕН ПРОВОДНИК И ИЗБОР НА СЕЧЕНИЕ И ТИП НА ЗАЗЕМИТЕЛНИТЕ ПРОВОДНИЦИ ПО НАГРЯВАНЕ

П.2.1. Методика за определяне на допустимата дължина на груповия заземителен проводник при групово заземяване на стълбовете на контактната мрежа

Груповият заземителен проводник, осъществяващ връзката на редица съседни стълбове на контактната мрежа с релсите при изпълнение на т.н. „групово заземяване», е подложен на индуктивното влияние на тока в контактната мрежа. Допустимата дължина на заземителния проводник се определя от изискването максималната стойност на индуцираното в проводника напрежение под въздействие на тока в контактната мрежа в нормален режим и при късо съединение, измерено в свободния му край, който е най-отдалечен от мястото на заземяване на проводника, да не превишава допустимите стойности на допирните напрежения, регламентирани с действащите национални нормативни документи с оглед осигуряване безопасността на работещите по съответните съоръжения хора.

Степента на влияние на контактната мрежа върху заземителния проводник е различна в зависимост от това дали участъкът е еднопътен или двупътен, дали заземителният проводник е монтиран в междугарие или в гара, близо до тяговата подстанция или към края на фидерната зона. Влияние оказват и височината на окачване на заземителния проводник по стълбовете на контактната мрежа, отдалечеността на стълбовете от оста на пътя, както и границите на изменение на специфичната проводимост на почвата за различните случаи. В съответствие с конкретните условия може да се допусне по-голяма или по-малка дължина на заземителния проводник, с което в максимална степен ще се оптимизира

неговото изпълнение.

По-долу се посочват зависимостите за определяне на допустимата дължина на заземителния проводник за различните случаи. Всички изчисления следва да се направят в няколко варианта по отношение височина на разположение на заземилния проводник по стълбовете и граници на изменение на специфичната проводимост на почвата за конкретните условия. Определят се поотделно стойностите на дължината на заземителния проводник при нормален режим на работа на ел. участък и при късо съединение и като допустима се приема по-малката от двете стойности.

Посочените по-долу зависимости се отнасят за случая, когато груповият проводник се свързва към релсите или към самостоятелен заземител в единия си край (Г-образна схема на свързване), а максималната стойност на индуцираното в него напрежение се измерва в другия му край, които е най-отдалечен от мястото на заземяване (свободния край на груповия заземителен проводник). При заземяване на груповия заземителен проводник в средата (Т-образна схема на свързване) допустимата му дължина е два пъти по-голяма.

1.) Допустима дължина на групов заземителен проводник, монтиран в открит път:

1.) еднопътен участък, нормален режим или късо съединение:

$$L_{зидоп} = \frac{U_{доп}}{I_{max} \cdot (Z_{кз} - \mu \cdot Z_{пз})} \quad (1)$$

където:

$U_{доп}$ - допустима стойност на допирното напрежение, регламентирана в националните нормативни документи;

$U_{доп} = 50 \text{ V}$ - при нормален режим на работа на участъка (при максималните работни токове);

$U_{\text{доп}} = 500 \text{ V}$ - при късо съединение по участъка в зоната на действие на токовата отсечка;

$U_{\text{доп}} = 250 \text{ V}$ - при късо съединение извън зоната на токовата отсечка (в зоната на действие на максималнотоковата защита, която за нашите условия е настроена да работи с време закъснение 0,3 sec);

I_{max} - максимална стойност на влияещия ток в контактната мрежа за условията на натоварване на съответния участък. При нормален режим за I_{max} се задава стойността на максималния работен ток на съответния фидер (ако заземителният проводник е разположен близо до тяговата подстанция, в границите на първите 1 ÷ 2 междугария) или максималният ток на тежък влак (ако заземителният проводник е в участък, отдалечен от подстанцията). При късо съединение се задават съответно максималната стойност на тока на късо съединение за фидерната зона (ако проводникът е в зоната на действие на токовата отсечка) или стойността на настройка на токовата отсечка (ако проводникът е извън зоната на действие на отсечката).

$Z_{\text{кз}}$ - съпротивление на взаимна индукция между контактната мрежа и заземителния проводник;

$Z_{\text{рз}}$ - съпротивление на взаимна индукция между двете релси на пътя (еквивалентната релса за един път) и заземителния проводник;

μ - относителна стойност на тока, индуциран от контактната мрежа в релсите:

$$\mu = Z_{\text{кр}} / Z_{\text{р}}$$

$Z_{\text{кр}}$ - съпротивление на взаимна индукция между контактната мрежа и еквивалентната релса на пътя;

$Z_{\text{р}}$ - съпротивление на еквивалентната релса на единия път;

Забележка: Във всички изброени по-горе случаи става дума за специфично съпротивление (за единица дължина).

Стойностите на $Z_{кз}$ и Z_{pz} зависят от избраното разположение на заземителния проводник по стълбовете на контактната мрежа. Целта е заземителният проводник да се разположи така, че в максимална степен да се използва екраниращото влияние на релсите, т.е. $Z_{кз}$ да има малка стойност, а Z_{pz} - голяма.

Стойността на съпротивлението на взаимна индукция в най-общия случай се определя с помощта на следната зависимост, отнасяща се за честота 50 Hz:

$$Z_{\mu} = 0,05 + j \cdot 0.144(1,97 - \lg a \sqrt{\gamma_3})$$

където:

a - разстояние между влияещата и повлияната линия, m;

γ_3 - специфична проводимост на почвата, S/m ;

2.) двупътен участък, нормален режим на работа:

$$L_{зидон} = \frac{U_{дон}}{I_{max\Sigma} \cdot (Z_{вкз} - \mu_e \cdot Z_{ерз})} \quad (2)$$

където:

$I_{max\Sigma}$ - максималният сумарен работен ток в контактните мрежи на двата пътя;

$Z_{вкз}$ - съпротивление на взаимна индукция между еквивалентния проводник на контактните мрежи на двата пътя и заземителния проводник;

$Z_{ерз}$ - съпротивление на взаимна индукция между еквивалентната релса на релсите на двата пътя и заземителния проводник;

μ_e - относителна стойност на тока, индуциран от еквива-

лентния контактен проводник в еквивалентната релса на двата пътя (от токовете в контактните мрежи на двата пътя в релсите на двата пътя):

$$\mu_s = Z_{експ} / Z_{сп}$$

$Z_{експ}$ - съпротивление на взаимна индукция между еквивалентния проводник и еквивалентната релса на двата пътя:

Z_{∞} - съпротивление на еквивалентната релса на двата пътя:

$$Z_{сп} = \frac{(Z_p + Z_{p1,2})}{2}$$

Z_p - съпротивление на еквивалентната релса на единия път:

$Z_{p1,2}$ - съпротивление на взаимна индукция между еквивалентните релси на двата пътя:

$$U_{доп} = 50 \text{ V.}$$

3.) двупътен участък, късо съединение в контактната мрежа на единия път, който е по-близо до заземителния проводник:

$$L_{зндон} = \frac{U_{дон}}{I_1 \cdot (Z_{кз1} - \mu_{с1} \cdot Z_{сп3})} \quad (3)$$

където:

I_1 - максимална стойност на тока на късо съединение в контактната мрежа на близкия път (виж посоченото по-горе към формула 1);

$Z_{кз}$ - съпротивление на взаимна индукция между контактната мрежа на близкия път и заземителния проводник;

$Z_{сп3}$ - съпротивление на взаимна индукция между еквива-

лентната релса на релсите на двата пътя и заземителния проводник;

$\mu_{\epsilon 1}$ - относителна стойност на тока, индуциран от тока в контактната мрежа на близкия път в еквивалентната релса на двата пътя

$$\mu_{\epsilon 1} = Z_{\kappa 1 \epsilon p} / Z_{\epsilon p}$$

$Z_{\kappa 1 \epsilon p}$ - съпротивление на взаимна индукция между контактната мрежа на близкия път и еквивалентната релса на двата пътя;

$Z_{\epsilon p}$ - съпротивление на еквивалентната релса на двата пътя.

За $U_{\text{доп}}$ се задава съответно стойност 500 V или 250 V в зависимост от зоната, в която е монтиран заземителният проводник (виж посоченото по-горе към формула 1).

2.) Допустима дължина на групов заземителен проводник, монтиран в гара;

В случая товарът се разпределя между контактните мрежи на коловозите в гарата или на тези от тях, които са обединени в една секция. Изчисленията се правят за най-неблагоприятния случай два коловоза в гара (за еднопътен участък) или два коловоза в секция (за двупътен участък).

1.) За нормален режим изчисленията се правят с помощта на формула 2, като в случая $I_{\text{max}\Sigma}$ ще представлява максималната стойност на работния ток в контактната мрежа в открит път за съответната зона от участъка (виж посоченото по-горе за формула 1).

2.) При късо съединение изчисленията се правят с помощта на формула 3 (както за двупътен участък в открит път).

3.) Допустима дължина на групов заземителен проводник за стълбовете на захранващите фидери.

При голяма дължина на захранващите фидерни линии в някои случаи се препоръчва стълбовете им да се свързват с релсите, а част от тях може да се свържат със заземителния контур на тяговата подстанция с групов заземителен проводник. Индуцираните напрежения в края на този проводник не трябва да превишават стойностите на допустимите допирни напрежения. В случая ще отсъствува екраниращото влияние на релсите. Допустимата дължина на заземителния проводник следва да се определи с помощта на зависимостта:

$$L_{з\text{здоп}} = \frac{U_{\text{дон}}}{I_{\text{max}} \cdot Z_{\text{фз}}} \quad (4)$$

В случая $Z_{\text{фз}}$ представлява съпротивлението на взаимна индукция между проводника на захранващия фидер и заземителния проводник. Неговата стойност се определя от избраното разположение на заземителния проводник спрямо влияещия захранващ проводник, като се използва посочената по-горе в т.1.1.а) зависимост за $Z_{\text{м}}$. За I_{max} следва да се използват съответно стойностите на максималния работен ток на фидера и на максималния ток на късо съединение за тяговата подстанция.

П.2.2. Допустима дължина на груповия заземителен проводник в зависимост от мястото на монтирането му и вида на участъка

В Таблица П.2.1. са посочени препоръчваните стойности за допустимата дължина $L_{\text{здоп}}$ на групов заземителен проводник за стълбове на контактната мрежа в зависимост от мястото на монтиране на проводника (в открит път или гара) и вида на участъка (еднопътен или двупътен). Стойностите са валидни при следните условия: при монтиране на проводника на стълбовете на разстояние около 3,5 m от оста на пътя на височина между 5 и 8 m от глава релса; средни стойности на специфичното съпротивление на почвата $100 \div 1000 \Omega \cdot \text{m}$. Те се отнасят за Г-образна схема на свързване

на груповия заземителен проводник. При Т-образна и П-образна схема стойностите на допустимата дължина са два пъти по-големи.

Таблица П.2.1.

Място на монтиране на проводника по дължината на фидерната зона	l _{з.доп} [m]	
	Еднопътен участък	Двупътен участък
ОТКРИТ ПЪТ:		
- първо междугарие (до тяговата подстанция)	300	350
- последно междугарие	650	700
- останалите междугария	400	500
ГАРА		
- пред тяговата подстанция	420	
- втора гара от тяговата подстанция	520	
- останалите гари	700	

П.2.3. Допустимо сечение на заземителния проводник по нагряване

В Таблица П.2.2. са посочени минимално допустимите стандартни сечения на заземителен проводник по нагряване за проводници от различен материал (медни, алуминиеви, стоманени), определени в зависимост от мястото на монтиране на проводника по дължината на участъка (при к.с. в близост до ТП и при к.с. извън зоната на действие на токовата отсечка) при максимален брой включени трансформатори в ТП в момента на к.с. и при максимално времетраене на к.с. (изключване на повредата от резервната защита).

За най-често прилаганите типове проводници в скоби са посочени стойностите на тяхното специфично съпротивление.

Таблица П.2.2.

Зона на монтиране на проводника	S _{min} [mm ²]		
	М	АС (Al)	ПС (Fe)
Пред тяговата подстанция с 2 трансформатора	25	50 (1,05 Ω/km)	70 (Φ10) (2 Ω/km)
Пред тяговата подстанция с 3 трансформатора	35 (0,99 Ω/km)	70 (0,92 Ω/km)	95 (Φ12) (1,8 Ω/km)
На разстояние повече от 5 km от тяговата подстанция в зоната на действие на токовата отсечка	25	35 (1,2 Ω/km)	50 (3 Ω/km)
Извън зоната на действие на токовата отсечка	16	25 (35)	25

В Таблица П.2.3. са посочени стойностите на допустимия ток по нагряване за медни, алуминиеви и стоманени проводници със стандартни сечения. Те са определени при данни за константата на материала „C” [$A \cdot \sqrt{\text{sec}} \sqrt{\text{sec}} / \text{mm}^2$] посочени в таблицата, съответстващи на изискванията на националните стандарти.

По тези данни за всеки конкретен случай може да бъде направен избор на целесъобразно по нагряване стандартно сечение на заземителния проводник в зависимост от материала на проводника и мястото на монтирането му по дължината на участъка.

От посочените в таблиците данни е очевидно, че от гледна точка на нагряване вместо медни биха могли да се използват и стоманени или алуминиеви проводници (ПС или АL или АС).

При избор на материала и сечението на групов заземителен проводник е целесъобразно да се отчете не само нагряването, а и съпротивлението на проводника, тъй като то е определящо за големината на загубите на напрежение в проводника при к.с. в неговия край, респективно за големината на потенциала на проводника в неговия край спрямо земя.

За максимално ограничаване на този потенциал е целесъобразно при голяма дължина на заземителния проводник (близка до посочените в таблица П.2.1 гранични стойности) да се избере проводник, който ще има по-малко съпротивление (биметален, стоманоалуминиев, алуминиев или меден). Във връзка с казаното по-горе се препоръчва сечението на проводника да не по-малко от $50 \div 70 \text{ mm}^2$. По този начин в редица случаи ще се избегне необходимостта от допълнителни мерки за намаляване на опасността от големи допирни напрежения около свързано с края на проводника съоръжение.

При избор на минимално сечение на заземителния проводник по нагряване следва да се вземат предвид и минимално допустимите сечения на проводниците по механична якост,

регламентирани в чл.457(2) на Наредба № 3 за устройство на електрически уредби и електропроводни линии, а именно:

- *алуминиеви и алуминиеви сплави – 16 mm²;*
- *стоманоалуминиеви и стоманоалуминиеви сплави, медни и биметални – 10 mm²;*
- *стоманени многожични - 25 mm²;*
- *стоманени едножични – диаметър 4 mm.*

Таблица П.2.3

Проводник		„С”	I _{доп терм} [А]	
тип	S [mm ²]	[А· √sec √sec/ mm ²]	t=0,4 sec	t=0,7 sec
М	16	195	4900	3750
М	25		7700	5850
М	35		10800	8200
М	50		15400	11700
М	70		21600	16300
АС (Al)	25	112	4450	3350
АС (Al)	35		6200	4700
АС (Al)	3550		8900	6700
АС (Al)	70		12400	9400
АС (Al)	95		16800	12700
ПС	25	74	2900	2200
ПС	35		4100	3100
ПС	50		5800	4400
ПС	70		8200	6200
ПС	95		11100	8400
Φ10	78		9100	6900
Φ12	113		13200	10000

МАКСИМАЛНО ДОПУСТИМИ СТОЙНОСТИ НА СПЕЦИФИЧНОТО ПРЕХОДНО СЪПРОТИВЛЕНИЕ „РЕЛСА-ЗЕМЯ» ЗА НЯКОИ ХАРАКТЕРНИ СЛУЧАИ

Определени са максимално допустимите стойности на специфичното преходно съпротивление на едната релса спрямо земя, при които потенциалът на релсата и на свързаните с нея съоръжения не превишава допустимите допирни и крачни напрежения съгласно нормативните документи, за някои характерни най-тежки случаи на максимални трайни натоварвания (за участъци с тежък профил, по които при движение на тежките товарни влакове се използва трайно пълната мощност на локомотивите) и при възникване на късо съединение по участъка.

Стойностите са приблизителни, тъй като са определени за граничния случай, когато релсовата верига по цялата дължина на участъка е еднородна (релси в открит път) и не е отчетено благоприятното влияние на входното съпротивление на елементите на обратния тягов ток в зоната близо до ТП, както и естественото снижаване на преходното съпротивление в района на гари поради взаимното влияние на паралелните коловози.

Стойностите се отнасят за средни условия на изменение на специфичното съпротивление на почвата от 100 до 1000 $\Omega \cdot m$

При нормална работа стойностите са определени за мощностите на експлоатираните понастоящем електрически локомотиви по участъците на НК „ЖИ”. При нарастване на мощността на тяговите единици тези стойности трябва да се коригират.

При нормална работа (трайно натоварване) на участъка потенциалът на релсата не бива да превишава 50 V.

При късо съединение допустимите стойности на потенциала се определят от времетраенето на к.с. За използваните в тяговите подстанции на НК „ЖИ” релейни защиты и прекъсвачи на изводите 25 kV при късо съединение в зоната на действие на токовата отсечка времетраенето му не превишава 0,1 s и допустимата стойност на потенциала е 500 V, а при късо съединение извън тази зона съответно 0,4 s и 250 V.

Като пример са посочени определените при тези предпоставки максимално допустими стойности на специфичното преходно съпротивление „релса-земя“ R_{Π} за следните случаи:

1.) при нормален режим на работа:

- при движение на товарен влак с 2 шестосни локомотива в челото на влака:

$$R_{\Pi} \leq 1,1 \div 1,25 \, \Omega \cdot \text{km} ;$$

- при движение на товарен влак с 3 локомотива, разпределени в началото и в края на състав:

$$R_{\Pi} \leq 1,5 \div 2 \, \Omega \cdot \text{km} ;$$

- при движение на товарен влак с 4 локомотива, разпределени в началото и в края на състава:

$$R_{\Pi} \leq 1,4 \div 1,6 \, \Omega \cdot \text{km} ;$$

2.) при късо съединение по участъка:

- к.с. в зоната на действие на токовата отсечка близо до ТП (на разстояние от 1 до $8 \div 10 \text{ km}$.) при нормална работа на подстанцията с един включен трансформатор. В скоби е посочено нарастването на граничните стойности при отдалечаване на к.с. от ТП до края на зоната на действие на токовата отсечка:

$$R_{\Pi} \leq 1 \div 1,2 \, \Omega \cdot \text{km} \, (3,7 \div 4,2 \, \Omega \cdot \text{km});$$

- както по-горе, но при нормална работа на ТП с два включени трансформатора:

$$R_{\pi} \leq 0,3 \, \Omega \cdot \text{km}$$

- к.с. извън зоната на действие на токовата отсечка:

$$R_{\pi} \leq 1,15 \div 1,3 \, \Omega \cdot \text{km}$$

