

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 25-27 августа 2015 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава, Республика Польша

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 27-30 октября 2015 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава, Республика Польша

Дата вступления в силу: 30 октября 2015 г.

Примечание: Теряют силу:

- I издание Памятки Р 810 от 30.10.2003 г.;
- II издание Памятки Р 848 от 07.11.2000 г.

Р 816

**ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
К РЕЛЬСОВЫМ ЦЕПЯМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ
В УСТРОЙСТВАХ УПРАВЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	2
2. Термины и определения	2
3. Режимы работы и параметры рельсовых цепей	3
4. Требования и нормы содержания устройств и элементов рельсовых линий	6
5. Требования к устройствам заземления	7
6. Показатели безопасности функционирования	8
7. Особенности рельсовых цепей на участках с электротягой	8
8. Рекомендации по защите рельсовых цепей	9
9. Особенности тональных рельсовых цепей	12

1. Общие положения

1.1. Рельсовые цепи – это устройства, предназначенные для выполнения следующих функций: контроля свободного или занятого состояния участков пути и целостности рельсовых нитей; передачи информации с пути на локомотив и пропуска обратного тягового тока при электрической тяге.

1.2. В зависимости от места применения рельсовые цепи делятся на нормально замкнутые перегонные и станционные. Кроме того, применяются нормально разомкнутые рельсовые цепи на сортировочных горках.

1.3. Рельсовая цепь содержит генератор и приемник сигналов, соединенных между собой рельсовой линией с токопроводящими и изолирующими элементами.

К токопроводящим элементам относятся рельсы, токопроводящие рельсовые соединители, путевые дроссель – трансформаторы, переключки к кабельным стойкам и путевым трансформаторным ящикам и другие.

К изолирующим элементам относятся изолирующие стыки, прокладки, втулки, балластный слой и другие.

2. Термины и определения

2.1. В настоящем документе применены следующие термины и определения:

- **асимметрия тягового тока:** Наличие разности значений тягового тока, протекающего по разным рельсовым нитям одной рельсовой линии;

- **дроссель-трансформатор:** Устройство, предназначенное для одновременного пропуска тягового тока в обход изолирующих стыков и трансформации сигнальных токов рельсовых цепей;

- **изолирующий стык:** Стыковое соединение рельсов железнодорожного пути, электрически изолирующее их друг от друга;

- **искровой промежуток:** Однополюсный коммутационный аппарат в устройствах контактной сети и подстанций железной дороги, автоматически срабатывающий при нарушении изоляции их токоведущих частей;

- **тяговая рельсовая сеть:** Часть тяговой сети железной дороги, представляющая систему рельсов железнодорожного пути, используемых для протекания тяговых токов.

- **однониточная рельсовая цепь:** Рельсовая цепь на электрифицированном участке, в которой для пропуска тягового тока используется только одна рельсовая нитка;

- **отсасывающая линия тяговой сети:** Линия электропередачи, соединяющая заземленную фазу или заземленный полюс тяговой подстанции железной дороги, автотрансформаторного пункта, пункта преобразования напряжения с тяговой рельсовой сетью железной дороги;

- **переключка рельсовой цепи:** Провод с болтовым или другим креплением штепселя на концах для соединения путевых ящиков, кабельных муфт, дроссель - трансформаторов с рельсами рельсовой цепи;

- **рельсовая линия**: Две рельсовые нити, соединенные между собой токопроводящими стыковыми скреплениями, а на участках с рельсовыми цепями – изолирующими стыковыми скреплениями (изолирующими стыками) и токопроводящими стыковыми соединителями;

- **рельсовая цепь**: Устройство контроля состояния путевого участка на основе электрической цепи различного типа и вида, содержащей передатчик, приемник сигнального тока, рельсы, соединители и переключки, используемые в качестве проводников сигнального тока;

- **неразветвленная рельсовая цепь**: Рельсовая цепь, в пределах которой отсутствуют стрелочные переводы;

- **разветвленная рельсовая цепь**: Рельсовая цепь, в границах которой расположен один или несколько стрелочных переводов;

- **соединитель рельсовый стыковой**: Электропроводный соединитель на стыке рельсов для пропуска сигнального и тягового тока;

- **ток сигнальный**: Электрический ток, протекающий от источника питания к путевому приемнику рельсовой цепи;

- **ток тяговый**: Электрический ток, протекающий от тяговой подстанции к электроподвижному составу и обратно.

3. Режимы работы и параметры рельсовых цепей

3.1. Различают пять режимов работы рельсовых цепей: нормальный, шунтовой, контрольный, автоматической локомотивной сигнализации и короткого замыкания.

3.2. Нормальный режим соответствует свободному состоянию рельсовой цепи и исправному - рельсовой линии. В этом режиме ток протекает по рельсовой линии от передатчика к приемнику. На входе путевого приемника должен быть обеспечен уровень сигнала (тока или напряжения), достаточный для надежной фиксации свободного состояния рельсовой цепи.

3.3. Шунтовой режим соответствует занятому состоянию рельсовой цепи. В этом режиме на входе от передатчика к приемнику должен быть обеспечен уровень сигнала (тока или напряжения), достаточный для надежной фиксации занятого состояния рельсовой цепи при наложении в любой точке рельсовой линии поездного шунта с сопротивлением, меньшим или равным нормативному.

Сопротивление поездного шунта $R_{ш}$ складывается из сопротивления колесных пар подвижного состава и переходного сопротивления «колесо-рельс». Значение $R_{ш}$ зависит от количества осей, шунтирующих рельсовую цепь, скорости движения подвижного состава, состояния поверхностей головок рельсов и др. Чем выше значение $R_{ш}$, тем выше значение силы тока (напряжения) на путевом приемнике при занятой рельсовой цепи, т.е. тем хуже шунтовой эффект.

Наибольшее значение сопротивления поездного шунта, при котором значение силы тока (напряжения) на путевом приемнике снижается до значения силы тока (напряжения) надежного отпущения или непритяжения якоря, называется шунтовой чувствительностью рельсовой цепи. Из-за ржавчины,

загрязнения, обледенения, напоров снега на головках рельсов шунтовая чувствительность рельсовых цепей снижается, что может привести к необеспечению шунтового режима (ложной свободности). Чем выше шунтовая чувствительность рельсовой цепи, тем при большем значении сопротивления поездного шунта будет обеспечиваться шунтовой режим.

3.4. Контрольный режим соответствует свободному состоянию рельсовой цепи и неисправности (обрыва) рельсовой линии. В этом режиме на входе путевого приемника должен быть обеспечен уровень тока (напряжения), достаточный для надежной фиксации неисправного (занятого) состояния рельсовой цепи при изломе или изъятии рельса в любой точке рельсовой линии.

3.5. Режим автоматической локомотивной сигнализации соответствует исправному занятому состоянию рельсовой цепи. В этом режиме уровень кодовых сигналов, протекающих по рельсовой линии, должен быть достаточным для надежной работы локомотивного приемника АЛС, расположенного на противоположном от источника кодового тока конце рельсовой цепи.

3.6. Режим короткого замыкания соответствует наложению поездного шунта на питающем конце рельсовой цепи. В этом режиме сила тока короткого замыкания не должна превышать допустимого номинального значения для источника питания рельсовой цепи.

3.7. При передаче энергии по рельсовой линии происходят ее потери, причиной которых является падение напряжения на продольном сопротивлении рельсовых нитей и утечка тока в землю через шпалы и балласт. Условия передачи энергии (сигналов) по рельсовой линии определяются ее первичными параметрами - удельным сопротивлением рельсов и удельным сопротивлением балласта.

3.8. Под удельным сопротивлением рельсов понимается сопротивление обеих нитей со стыковыми соединителями и накладками, отнесенное к 1 км рельсовой линии (т.е. сопротивление рельсовой петли длиной 1 км). Значение удельного сопротивления рельсов в рельсовых цепях постоянного тока зависит от типа рельсов и типа стыковых соединителей. С увеличением сечения рельсов их удельное сопротивление уменьшается, так как увеличивается площадь поперечного сечения рельса. Значение удельного сопротивления рельсов в рельсовых цепях переменного тока зависит от частоты сигнального тока и типа стыковых соединителей. С увеличением частоты сигнального тока удельное сопротивление рельсов увеличивается.

3.9. Под удельным сопротивлением балласта (или сопротивлением изоляции между рельсовыми нитями) понимается сопротивление току утечки из одной рельсовой нити в другую через шпалы и балласт, отнесенное к 1 км рельсовой линии. Значение удельного сопротивления балласта зависит от типа и состояния балласта, типа и состояния шпал. Состояние балласта определяется температурой и влажностью воздуха, а также степенью загрязненности. Максимальное сопротивление балласта будет при низких температуре и влажности, минимальное - при высоких температуре и влажности. Загрязнение балласта веществами, содержащими соль (засоление), приводит к снижению его сопротивления. Значение удельного сопротивления балласта может изменяться в широких пределах.

3.10. Значения напряжения и силы тока на релейном конце рельсовой цепи

зависят от параметров источника питания (напряжение) и рельсовой линии (удельное сопротивление рельсов и удельное сопротивление балласта), а в шунтовом и контрольном режиме - также от места наложения шунта и места повреждения рельсовой линии соответственно. Для каждого режима работы можно определить наихудшие условия, т.е. условия, при которых наиболее высока вероятность необеспечения режима.

3.11. Для нормального режима и режима АЛСН наихудшими являются условия, при которых уровень сигнала на входе путевого приемника (на выходе рельсовой линии) уменьшается, для шунтового, контрольного режимов и режима короткого замыкания - условия, при которых уровень сигнала на входе путевого приемника увеличивается. В контрольном режиме ток утечки при минимальном значении сопротивления балласта может протекать в обход места разрыва рельсовой линии.

3.12. Необеспечение нормального режима может привести к неисправности «ложная занятость», т.е. к определению занятого состояния рельсовой цепи при фактически свободном. В результате становится невозможно установить маршрут и открыть светофор, либо происходит перекрытие светофора с разрешающего показания на запрещающее, что может привести к задержкам поездов.

3.13. Необеспечение шунтового режима может привести к неисправности «ложная свободность», т.е. к определению свободного состояния рельсовой цепи при фактически занятом. В результате появляется возможность установить маршрут на занятый путь, перевести стрелку под составом, включить разрешающее показание на ограждающем занятой участок светофоре, что является опасным, так как может привести к аварии или крушению поездов, гибели или ранениям людей, нанесению значительного материального ущерба.

3.14. Необеспечение контрольного режима также является опасным, так как может привести к необнаружению излома рельса, в результате чего может произойти крушение поезда.

3.15. Необеспечение режима АЛС вызывает нарушения (сбои) в работе локомотивных устройств АЛС, что может привести к задержкам поездов.

3.16. Необеспечение режима короткого замыкания может привести к выходу из строя аппаратуры питающего конца рельсовой цепи (источника питания).

3.17. Применение режимов работы рельсовых цепей определяются требованиями национальных железных дорог.

4. Требования и нормы содержания устройств и элементов рельсовых линий

4.1. Рельсовая линия является составной частью рельсовой цепи, которая в условиях эксплуатации должна обеспечивать:

4.1.1. Фиксацию свободного состояния рельсовой цепи при отсутствии на ней подвижного состава.

4.1.2. Фиксацию занятого состояния рельсовой цепи при:

- ее занятости (шунтировании) подвижным составом;

- нарушении целостности рельсовой нити (поперечный излом рельса, разрыв рельсового стыка, обрыв соединителя, перемычки или увеличение сопротивления сигнальному току контактных соединений элементов рельсовой линии);

- нарушении изоляции между рельсами в изолирующих стыках, стрелочной гарнитуре, арматуре пневматической очистки, электрообогрева стрелочных переводов и других элементах рельсовой линии.

Эта функция должна обеспечиваться при нормируемых колебании напряжения питающей сети, сопротивлении изоляции рельсовой линии от минимального до максимального допускаемого, при максимальном допускаемом сопротивлении рельсов и отсутствии в рельсовой цепи посторонних источников питания.

4.1.3. Информации о показаниях попутных светофоров, свободности впереди расположенных блок - участков, допустимой скорости движения, передаваемой на локомотивные устройства АЛСН. Параметры сигналов автоматической локомотивной сигнализации, передаваемые на локомотив и внешние факторы, влияющие на эти параметры должны соответствовать установленным нормам.

4.2. Рельсы и рельсовые скрепления, элементы, механически связанные с рельсами, должны быть изолированы от шпал путем установки специальных электроизолирующих конструктивных элементов.

4.3. Нормативное значение сопротивления рельсов принимается при расчетах рельсовых цепей для каждого типа рельсов для постоянного тока (например, для рельсов типа Р65 - 0,2 Ом·км). Нормативные значения сопротивления рельсов типа Р65, принимаемые при расчетах рельсовых цепей переменного тока указаны в Таблице 1.

Таблица 1

Частота сигнального тока, Гц	Модуль удельного сопротивления, Ом·км	Аргумент (угол), градусы
25	0,5	52
50	0,8	65
75	1,07	68
175	2,0	72
420	4,9	79
480	5,4	80
580	6,2	80
720	7,4	80,5
780	7,9	81
4500	43,8	88
5000	48,7	88
5500	53,6	88

4.4. Уровни намагниченности элементов верхнего строения пути не должны превышать значений, указанных в Таблице 2.

Объект	Значение магнитной индукции, не более, мТл	
	в эксплуатации	при приемке от РСП, ПМС, после размагничивания
Рельсы, эксплуатирующиеся в пути	1,0	0,7
Элементы стрелочных переводов, участки пути с рельсами внутри колеи или на концах шпал	7,0	4,9
Изолирующие стыки	10,0	7,0

5. Требования к устройствам заземления

5.1. Использование рельсовой линии в качестве естественного заземлителя на неэлектрифицированных участках железных дорог без применения специальных мер защиты рельсовых цепей не допускается.

5.2. На электрифицированных участках железных дорог заземление сооружений и устройств на тяговую рельсовую сеть не должно нарушаться нормальное функционирование рельсовых цепей.

5.3. Заземление опор контактной сети и находящихся вблизи нее сооружений осуществляют индивидуальными или групповыми заземляющими проводниками, присоединенными к тяговым рельсам или средним точкам дроссель - трансформаторов непосредственно или через защитные устройства.

5.4. В качестве защитных устройств в цепи заземления используют искровые промежутки, диодные заземлители или диодно-искровые заземлители (диодный заземлитель и два включенных параллельно искровых промежутка).

5.5. Присоединение к тяговому рельсу проводников защитного и рабочего заземления производят механическим способом без применения сварки, а к средней точке дроссель-трансформатора - соединительными зажимами.

6. Показатели безопасности функционирования

6.1. Функциями рельсовых цепей являются обнаружение разрушенного рельса в пределах рельсовой линии, поезда или его части. С помощью РЦ определяют изменения параметров сигналов контроля состояний рельсовой линии, когда ее рельсовые нити соединяются между собой колесными парами поезда (поездным шунтом) или нарушается целостность хотя бы одной из них вследствие разрушения рельса. При этом надо учитывать помехи, которые вызывают ошибки двух видов: необнаружение поездного шунта или разрушения рельса в пределах рельсовой линии, и ложное обнаружение при их отсутствии. Ошибки первого вида являются опасными, так как их последствиями могут быть

столкновения или сходы поездов. Ошибки второго вида неопасны, поскольку приводят лишь к задержке поездов.

6.2. Безопасность функционирования рельсовых цепей - это их свойство работать без опасных ошибок. Показатель безопасного функционирования рельсовой цепи - это вероятность ее работы без опасных ошибок в течение заданного времени. Рельсовая цепь является безопасной, если значение показателя безопасности не меньше нормативного.

7. Особенности рельсовых цепей на участках с электротягой

7.1. Тяговая рельсовая сеть должна быть электрически непрерывной от электрифицированного участка пути до пунктов присоединения отсасывающих линий тяговых подстанций; отсасывающие линии тяговых подстанций подключают, как правило, к главным путям рельсовой сети с соблюдением установленных требований по обеспечению нормальной работы рельсовых цепей.

7.2. От каждого участка тяговой рельсовой сети должен быть обеспечен двусторонний отвод токов путем соединения его со смежными участками пути, с рельсами параллельных путей через междупутные электрические соединители (перемычки) и т.п. Преимущественным является использование обеих рельсовых ниток пути для пропускания тяговых токов и токов короткого замыкания.

7.3. В случае невозможности обеспечения второго выхода току на смежные и параллельный пути на данном участке пути должны использоваться для пропускания тока обе рельсовые нити.

7.4. Сопротивление проводящих рельсовых стыков при электрической тяге нормируется по потерям в тяговой сети, электробезопасности и действию устройств СЦБ. Для обеспечения нормативных значений сопротивления применяются приварные стыковые соединители, штепсельные соединители с учетом рода тяги.

8. Рекомендации по защите рельсовых цепей

8.1. Рельсовые цепи должны быть защищены:

- от появления обходных цепей, возникающих при обрыве одной из рельсовых нитей за счет утечки рельс - земля - рельс, а на участках с электрической тягой - за счет утечки сигнального тока по цепи рельс - земля - рельс, канализации тягового тока и междупутных перемычек;

- от влияния тягового тока в рельсах, асимметрии тягового тока, источников питания устройств защиты от коррозии, индуктированного напряжения в рельсах и соединительных проводах, создаваемого линиями передачи и промышленными установками, централизованного электроснабжения поездов;

8.2. На электрифицированных железных дорогах переменного тока должны применяться рельсовые цепи переменного тока, частота которого отличается от частоты тягового тока и его мощных гармоник.

На перегонах и станциях, находящихся в зоне влияния электрической тяги постоянного тока или промышленных и транспортных источников блуждающих

токов, применение рельсовых цепей постоянного тока не допускается.

8.3. При использовании на электрифицированном участке электроподвижного состава с импульсным управлением, выбор типа рельсовых цепей, способов их питания и параметров сигнального тока должен производиться с учетом обеспечения защиты этих цепей от гармоник тягового тока, обусловленных применением тиристорного регулирования.

8.4. При проектировании локомотивов с тиристорным регулированием или системы электроснабжения поезда, подключаемой к контактной сети через устройства электровоза, необходимо учитывать согласованный (или применяемый на дорогах) диапазон частот, используемый для питания рельсовых цепей и оборудовать локомотивы устройствами для исключения влияния резонансных колебаний в тяговой сети на рельсовые сети.

Таблица 3

Вид тяги	Частота сигнального тока, Гц	Допустимые уровни тока помех электропоезда	
		Полоса частот, Гц	Эффективное значение тока гармоника при непрерывном воздействии (более 03 с), А, не более
постоянный ток 3 кВ	50	46-54	1,3
		40-46	5,0
		54-60	5,0
	25	21-29	1,0
		19-21	11,6
		29-31	11,6
переменный ток 25 кВ 50 Гц	25	21-29	1,0
		15-21	4,1
		29-35	4,1
	4500	4462,5-4537,5	0,2
	5500	5462,5-5537,5	0,2
	75	65-85	4,1

любой	175	167-184	0,4
	420	408-432	0,35
	480	468-492	0,35
	580	568-592	0,35
	720	708-732	0,35
	780	768-792	0,35
	4545	4507,5-4582,5	0,2
	5000	4962,5-5037,5	0,2
	5555	5517,5-5592,5	0,2

Таблица 4

Частота сигнального тока, Гц	Допустимые уровни тока помех	
	Полоса частот, Гц	Эффективное значение тока гармоника при непрерывном воздействии (более 03с), А, не более
25	21-29	1,0
50	46-54	1,3
75	65-85	4,1
175	167-184	0,4
420	408-432	0,35
480	468-492	0,35
580	568-592	0,35
720	708-732	0,35

780	768-792	0,35
4545	4507,5-4582,5	0,2
5000	4962,5-5037,5	0,2
5555	5517,5-5592,5	0,2

Следует применять тональные рельсовые цепи, устойчивые к помехам, создаваемым локомотивными тяговыми преобразователями при наличии логической защиты.

8.5. Уровни мешающего влияния электрооборудования на рельсовые цепи, путевые устройства сигнализации (только в случае однопроводной линии энергоснабжения вагонов использующей в качестве обратного провода рельсовые цепи) не должны превышать значений, указанных в Таблице 3.

8.6. Уровни мешающего влияния электрооборудования электропоезда на рельсовые цепи, путевые устройства сигнализации не должны превышать значений, указанных в Таблице 4.

9. Особенности тональных рельсовых цепей

9.1. Тональные рельсовые цепи обеспечивают:

- возможность исключения на перегонах изолирующих стыков и укладки цельносварного пути от станции до станции;
- уменьшение количества дроссель-трансформаторов на электрифицированных участках и снижение потерь на тягу поезда;
- возможность выноса аппаратуры рельсовых цепей с перегона на прилегающую станцию;
- универсальность для всех видов тяги;
- сокращение потребления электроэнергии;
- высокую защищенность от воздействия помех тягового тока.

9.2. В тональных рельсовых цепях должны использоваться модулированные сигналы тональной частоты.

9.3. Требования к рельсовым цепям тональной частоты

9.3.1. Аппаратура тональных рельсовых цепей должна соответствовать требованиям по устойчивости к помехам. Виды помех, степень жесткости испытаний на помехоустойчивость, значения испытательных воздействий и критерий качества функционирования приведены в Таблице 5.

Метод воздействия	Степень жесткости испытаний	Значение испытательного воздействия	Критерий качества функционирования
1. Электростатические разряды по МЭК 61000			
Контактный разряд на проводящие части корпуса	3	6 кВ	A
Воздушный разряд на непроводящие части корпуса и соединительных проводов	3	8 кВ	A
2. Радиочастотное электромагнитное поле по МЭК 61000			
На корпус в полосе частот 80-1000 и 1400 – 2000 МГц	3	10 В/м (140 дБ относительно 1 мкВ/м)	A
3. Наносекундные импульсные помехи по МЭК 61000			
В цепи электропитания	3	2 кВ	A
В цепи заземления	3	2 кВ	A
В цепи ввода-вывода	3	1 кВ	A
4. Микросекундные импульсные помехи большой энергии по МЭК 61000			
Симметричная помеха в цепи электропитания	2	1 кВ	A
Несимметричная помеха в цепи электропитания	3	2 кВ	A
Помеха в цепи ввода-вывода	2	1 кВ	A
5. Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями по МЭК 61000			
В полосе частот 0,15-80 МГц на порты электропитания и ввода-вывода	3	5-10 В/м (140 дБ относительно 1 мкВ)	A
6. Динамические изменения напряжения сети электропитания по МЭК 61000			
провалы напряжения	3	$0,3U_n$ ¹⁾ длительность 50 периодов (1000мс)	A
прерывания напряжения	3	$1,0U_n$ ¹⁾ длительность 10 периодов (200мс)	A
выбросы напряжения	специальная	$1,0U_n$ ¹⁾ длительность 65 периодов (1300мс)	B
	3	$0,2U_n$ ¹⁾ длительность 50 периодов	A

Метод воздействия	Степень жесткости испытаний	Значение испытательного воздействия	Критерий качества функционирования
		(1000мс)	
7. Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц по МЭК 61000			
Длительно 50 Гц	4	30 В	А
Кратковременно 50 Гц	4	100 В	А
Длительно 15 – 150 Гц	специальная	100 – 10 В ²⁾	А
Длительно 150 – 1500 Гц	специальная	10 В	А
Длительно 1,5 – 15 кГц	специальная	10 – 100 В ³⁾	А
Длительно 15 – 150 кГц	специальная	100 В	А
8. Магнитное поле промышленной частоты по МЭК 61000			
Длительно	4	30 А/м	А
Кратковременно 1-3 сек	4	300 А/м	А
Примечание:			
¹⁾ U_n - номинальное напряжение электропитания.			
²⁾ Испытательное напряжение уменьшается на 20 дБ / декада.			
³⁾ Испытательное напряжение возрастает на 20 дБ / декада.			

9.3.2. По эмиссии промышленных радиопомех аппаратура тональных рельсовых цепей напольного исполнения должна соответствовать нормам для класса А, а постового исполнения нормам для класса Б по СИСПР 22-97 (например, по ГОСТ Р 51318.22).

9.3.3. Тональные рельсовые цепи должны надежно функционировать при температуре от минус 45°С до плюс 80°С и относительной влажности до 90 % при 20°С с учетом требований национальных железных дорог.

9.3.4. Электрическая прочность и сопротивление изоляции токоведущих частей относительно корпуса аппаратуры тональных рельсовых цепей по своей диэлектрической прочности должны быть не хуже приведенных в таблице 3.2. При этом изоляция должна выдержать испытательное напряжение переменного тока частотой 50 Гц, приведенное в таблице 6, в течение 1 минуты.

Таблица 6

U_n . ¹⁾ / $U_{н.имп.}$. ²⁾ , В	$U_{исп.}$. ³⁾ , кВ	$R_{и.нк.у.}$. ⁴⁾ , МОм	$R_{и.д.ф.}$. ⁵⁾ , МОм
30 / 42 и менее	0,3	40	2
30-60 / 42-85	0,5	100	5
60-250 / 85-350	1,5	200	10

Примечание:

¹⁾ Значение номинального напряжения испытываемой электрической цепи постоянного или переменного тока любой частоты (действующее значение).

²⁾ Значение номинального импульсного (амплитудное значение) напряжения испытываемой электрической цепи.

³⁾ Испытательное напряжение переменного тока (действующее значение) частотой 50 Гц практически синусоидальной формы с коэффициентом амплитуды не хуже $(1,414 \pm 0,099)$, приложенное к испытываемой цепи в течение 1 минуты.

⁴⁾ Электрическое сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях.

⁵⁾ Электрическое сопротивление изоляции при воздействии дестабилизирующих факторов по п.3.4

9.3.5. Тональные рельсовые цепи должны быть надежно защищены от дестабилизирующих факторов (таких как тяговые токи, атмосферные помехи, линии электропередач и др.).

9.3.6. Коэффициент возврата путевых приемников тональных рельсовых цепей должен быть не менее 0,8.

9.3.7. Выдача показаний о занятости и свободности участка может осуществляться с помощью реле первого класса надежности, например, при увязке с релейными системами, или через безопасную схему сопряжения при увязке с электронными или микропроцессорными системами.

9.4. Требования к источникам питания.

9.4.1. Питание аппаратуры тональных рельсовых цепей должно осуществляться бесперебойно.

9.4.2. Питание должно осуществляться от внешних источников питания и (или) аккумуляторной батареи при номинальных значениях напряжений 12, 14, 24, 48, 60, 220 или 230 В переменного тока со стабилизацией при необходимости.

9.4.3. Аппаратура тональных рельсовых цепей должна быть гальванически изолирована от сети электропитания и от рельсов.

9.4.4. При отсутствии напряжения питания должен подаваться сигнал занятости, хотя участок может быть и свободен.

9.5. Требования к обеспечению безопасности движения поездов

9.5.1. Тональные рельсовые цепи должны быть выполнены с учетом требований по обеспечению безопасности движения поездов.

9.5.2. Необходимо непрерывно контролировать правильность функционирования напольных устройств. Отказы аппаратуры должны приводить к защитному отказу системы с отображением соответствующей индикации о повреждении и выдачей информации о занятости участка.

9.5.3. Интенсивность опасных отказов аппаратуры тональных рельсовых цепей для одного участка пути (одной рельсовой цепи) должна быть не более чем $2,7 \cdot 10^{-9}$ /час.

9.5.4. Примененные способы и методы контроля показателей безопасности должны быть изложены в документе “Доказательство безопасности”.

9.6. Требования к безотказности

9.6.1. Интенсивность отказов аппаратуры для одной рельсовой цепи тональной частоты должна быть не более чем $1,5 \cdot 10^{-5}$ 1/час.

9.6.2. Среднее время восстановления работоспособного состояния должно быть не более 2 ч.

9.6.3. Полный срок службы аппаратуры тональных рельсовых цепей должен быть не менее 20 лет.

9.7. Техническое обслуживание и ремонт

9.7.1. В целях сокращения сроков ремонтов предусматривается модульная конструкция и применение печатных плат, чтобы обеспечить быструю замену деталей и узлов.

9.7.2. Для выявления дефектов следует предусматривать легкодоступные измерительные точки и осуществлять индикацию ошибок.

9.7.3. Для технического обслуживания и ремонта тональных рельсовых цепей должны предусматриваться диагностические и измерительные приборы, инструменты, материалы и запасные части.