

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 25-28 мая 2010 г., Литовская Республика, г. Вильнюс

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 19-22 октября 2010 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 22 октября 2010 г.

**Р  
636/6**

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ  
КОНТАКТНОЙ СЕТИ**

## *Содержание*

1.	Принятые сокращения	3
2.	Определения	3
3.	Цель рекомендаций, общие положения, область применения	3
4.	Диагностируемые параметры контактной сети	4
5.	Рекомендации по применению датчиков для диагностики элементов контактной сети	6
6.	Рекомендации по реализации диагностической системы контактной сети	7
7.	Приложение 1. Перечень, диапазоны измерений и необходимая их точность при диагностике контактной сети	9

## 1. Принятые сокращения

КС – контактная сеть.

ПАК – программно-аппаратный комплекс.

ВИКС – вагон-лаборатория испытаний контактной сети.

ЭПС – электроподвижной состав, движущийся по железной дороге.

ИБП – источник бесперебойного питания.

РПН – устройства регулирования напряжения под нагрузкой тяговых трансформаторов.

## 2. Определения

2.1. **Диагностика контактной сети** – периодическое проведение исследований характерных проявлений технического состояния КС сети и ее элементов, влияние этих проявлений на ее функционирование, разработка и использование методов и средств функционального состояния и анализ полученных данных в целях определения работоспособности, выявления неисправностей и своевременного их устранения.

2.2. **Диагностический параметр контактной сети** – признак КС или ее элементов, используемый для определения технического состояния КС.

2.3. **Средства технического диагностирования контактной сети** – комплекс датчиков, программно-аппаратных средств, каналов передачи информации, приборов и устройств для выполнения технической диагностики КС.

2.4. **Датчик параметра** – элемент средств технического диагностирования, предназначенный для преобразования параметра (измеряемой величины) в цифровой или аналоговый сигнал, удобный для измерения, передачи, обработки и хранения.

2.5. **Канал передачи сигнала** – средство для обмена информации между отдельными частями средств технического диагностирования КС, частями ПАК и т.д.

## 3. Цель рекомендаций, область применения, общие положения

3.1. Целями настоящих рекомендаций по техническому диагностированию КС являются:

3.1.1. Повышение надежности функционирования КС и, как следствие, безопасности движения подвижного состава железных дорог;

3.1.2. Недопущение возникновения аварийных ситуаций, вызванных неисправностью КС;

3.1.3. Переход к эксплуатации КС по реальному ее состоянию и, как следствие, снижение эксплуатационных расходов.

3.2. Область применения настоящих рекомендаций – диагностика КС железных дорог постоянного и переменного тока всех систем электроснабжения.

3.3. Основным средством для диагностики КС является ВИКС. На нем должен быть установлен ПАК диагностики КС, позволяющий производить

тестирование контактной сети и ее элементов в полном объеме, по всем параметрам. На определенном этапе развития технических средств допускается измерение некоторых параметров «вручную».

3.4. Для создания ВИКС рекомендуется переоборудовать типовые купейные вагоны, с установкой на них усиленной аккумуляторной батареи и дизель генератора для электроснабжения аппаратуры ПАК при стоянках.

3.5. ВИКС и установленный на нем ПАК должны позволять производить диагностику всех параметров КС (кроме контроля нагрева КС и ее элементов, также параметров, измеряемых «вручную») при максимальных скоростях движения для данной железной дороги.

3.6. Диагностику КС и ее элементов (за исключением тепловизионной диагностики) рекомендуется производить в процессе движения ВИКС в составе поезда. Контроль нагрева КС и ее элементов рекомендуется производить при скоростях, не превышающих 30 км/час. Это связано с тем, что современные тепловизоры не позволяют производить диагностику при больших скоростях. При совершенствовании тепловизоров, скорость объездов может быть увеличена.

3.7. Для объезда малоделятельных участков и боковых путей железнодорожных станций, в качестве движителя ВИКС, может применяться тепловоз.

3.8. Диагностировать геометрические параметры КС в статическом состоянии тестирующей системы (с неподвижных вышек, платформ и т.д.) не рекомендуется.

3.9. Небольшие ПАК диагностики рекомендуется устанавливать на моторельсовом транспорте районов контактной сети или других подразделений, занимающихся эксплуатацией КС. Эти комплексы должны позволять диагностировать подвеску по геометрическим параметрам. Их рекомендуется использовать после ремонта (регулировки) КС, а также для диагностирования КС боковых путей.

3.10. Для последующего детального анализа состояния КС, уточнения выявленных в процессе диагностики дефектов, рекомендуется производить видеозаписи объезда (системы промышленного телевидения) в обычном, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Желательно совмещение всех этих видеозаписей в одной.

#### **4. Диагностируемые параметры контактной сети**

4.1. Все параметры, на основании которых диагностируется КС железных дорог, могут быть разбиты на несколько групп:

геометрические;

динамические;

параметры поддерживающих конструкций и опор;

параметры, характеризующие состояние контактных соединений токоведущих частей;

параметры, характеризующие изоляцию КС.

4.2. К геометрическим параметрам относятся:

4.2.1. Высота подвешивания контактного провода над уровнем верха головки рельсов. При этом необходимо учитывать, что на железных дорогах стран, входящих в ОСЖД среднее значение этой величины принято различной;

4.2.2. Положение контактного провода в плане (горизонтальной плоскости). Эту величину принято называть зигзагом и выносом контактного провода;

4.2.3. Наличие ненагруженных фиксаторов;

4.2.4. Дополнительные геометрические параметры, к которым относятся уклон и стрела провеса контактного провода, расстояние по высоте от рабочего контактного провода до элементов дополнительного фиксатора;

4.2.5. Общий износ – «стирание» контактного провода под действием механической силы трения и выноса металла под действием электрического взаимодействия контактного провода и токоприемника ЭПС;

4.2.6. Местный износ контактного провода (раковины, сколы и т.п.), возникающий из-за ударов токоприемника по КС и при других механических повреждениях;

4.2.7. Механические характеристики, отражающие натяжение КС и ее эластичность.

4.3. Динамические параметры.

4.3.1. Контактное нажатие токоприемника на КС;

4.3.2. Фиксация ударов по токоприемнику, вызванные наличием жестких точек КС;

4.3.3. Фиксация отрывов токоприемника от КС и вызванное ими искрение в месте контакта КС и пантографа.

4.4. Параметры поддерживающих конструкций и опор:

4.4.1. Коррозионный износ металлических частей поддерживающих конструкций и анкерных болтов фундаментов опор КС;

4.4.2. Снижение прочности бетона опор и фундаментов;

4.4.3. Уменьшение электрического сопротивления между арматурой железобетонных опор и металлическими крепежными элементами контактной сети.

4.5. Параметры, характеризующие состояние контактных соединений токоведущих частей. При этом выявляется наличие нагрева отдельных точек относительно температуры КС. В связи с тем, что такой нагрев может быть выявлен только при протекании достаточно больших токов в контактной подвеске, при проведении тепловизионных измерений создавать искусственные перетоки электрической энергии между смежными подстанциями (например, установив РПН в различные положения).

4.6. Параметры, характеризующие изоляцию КС. При этом должны быть выявлены «пробитые» изоляторы и элементы с повышенными токами утечки, протекающими как внутри изолятора, так и по его поверхности.

4.7. Дополнительные параметры, которые необходимо учитывать при диагностике КС и ее элементов:

4.7.1. Индикация (отметка) опор КС с выявлением ключевых (реперных) опор (узлов фиксации);

4.7.2. Измерение пройденного вагоном расстояния;

4.7.3. Измерение скорости движения ВИКС;

- 4.7.4. Измерение наклона кузова вагона относительно буксы колесной пары;
- 4.7.5. Измерение возвышения одного рельса над другим;
- 4.7.6. Измерение радиуса кривизны пути;
- 4.7.7. Регистрация времени и даты.
- 4.8. В приложении 1 приведены измеряемые в процессе диагностики величины, их допустимые отклонения и необходимая точность этих измерений.

## **5. Рекомендации по применению датчиков для диагностики элементов контактной сети**

5.1. В связи с большим количеством диагностических параметров и влиянием каждого из них на устойчивую работу КС и безопасность движения поездов, необходимо стремиться к максимальной автоматизации процесса диагностики КС.

5.2. В настоящее время, при объездах электрифицированных участков железных дорог, ПАК ВИКС может диагностировать КС и ее элементы в автоматизированном режиме:

5.2.1. Геометрические параметры рекомендуется диагностировать с помощью:

п.п. 4.2.1 – 4.2.4, 4.2.7 – оптоэлектронной системы, построенной на основе лазерной техники;

п.п. 4.2.5, 4.2.6 – лазерной техники или электромагнитного (токовихревого) датчика (последний может быть применен только для диагностики износа одиночных контактных проводов).

5.2.2. Динамические параметры рекомендуется диагностировать с помощью:

п. 4.3.1 – динамометрической электронной системы;

п. 4.3.2, 4.3.3 – динамической системы фиксации ударов и отрывов, дополненной контролем напряжения в контактной сети.

5.2.3. Параметры поддерживающих конструкций и опор рекомендуется диагностировать следующим образом:

п. 4.4.1 – визуальным методом;

п. 4.4.2 – ультразвуковым методом диагностики железобетона;

п. 4.4.3 – контролем токов утечки в заземляющих частях, без их разрыва.

5.2.4. Параметры, характеризующие состояние контактных соединений токоведущих частей рекомендуется диагностировать с помощью тепловизионной системы, установленной на ВИКС.

5.2.5. Параметры, характеризующие изоляцию КС, рекомендуется диагностировать с помощью ультрафиолетовой тестирующей системы, позволяющей определять наличие частичных разрядов в воздухе («короны») вокруг неисправных изоляторов. Данную систему рекомендуется дополнить тепловизионной диагностикой.

5.3. Параметры поддерживающих конструкций и опор рекомендуется диагностировать при обходах КС «в ручную» с последующим внесением полученных данных в автоматизированную систему диагностики. Эти параметры рекомендуется измерять следующим образом:

- п. 4.4.1 – визуальным методом;
  - п. 4.4.2 – ультразвуковым методом диагностики железобетона;
  - п. 4.4.3 – контролем токов утечки в заземляющих частях, без их разрыва.
- 5.4. Диагностику изоляции КС также рекомендуется дополнить контролем токов утечки в заземляющих частях КС, выполняемым без разрыва последних.

## **6. Рекомендации по реализации диагностической системы контактной сети**

6.1. Рекомендуется, чтобы система диагностики КС, в общем случае, включала в себя:

6.1.1. Датчики параметров состояния контактной сети;

6.1.2. Каналы передачи информации от датчиков к ПАК. В качестве таких каналов рекомендуется использовать оптоэлектронные линии, связывающие сторону высокого напряжения с ПАК. Часть информации о состоянии элементов КС в настоящее время вводится в ручную (например: п.п. 4.4.1 – 4.4.3);

6.1.3. ПАК, представляющий собой вычислительный комплекс с необходимым программным обеспечением, который может состоять из нескольких систем. Для электроснабжения ПАК должны применяться ИБП;

6.1.4. Статистическо-аналитическая система, позволяющая накапливать, хранить и анализировать информацию о техническом состоянии КС. Эта система может находиться как в ВИКС (быть частью ПАК), так и технических отделах (отделах эксплуатации) подразделений хозяйств электроснабжения железных дорог.

Данные, полученные при диагностике контактной сети и обработанные ПАК, измерений, проведенных «вручную», а также данные, связанные с изменением состояния и работой конкретного устройства, информация обо всех ремонтах, испытаниях, полных и частичных отказах работы контактной сети заносятся в компьютерный вариант паспорта контактной сети. Оценка состояния КС производится по балльной системе.

Выявляются отклонения от принятых контролируемых параметров и намечаются меры по их устранению.

Статистическая обработка информации и сопоставление ее результатов за определенный промежуток времени эксплуатации позволит с высокой вероятностью оценить возможную тенденцию к изменению показателей КС сети в целом и ее отдельных элементов, прогнозировать время достижения показателями предельных нормативных значений и принимать своевременные конкретные решения по мерам приведения их к нормам.

Основной задачей статистическо-аналитической системы является составление планов ремонтов КС на последующие периоды по ее реальному состоянию.

6.2. Для нормального функционирования системы диагностики КС и работы персонала рекомендуется обеспечивать в ВИКС следующие параметры:

6.2.1. Температура воздуха в помещении ВИКС при работающей системе отопления и (или) кондиционирования 18 – 25° С при любой температуре окружающего воздуха;

6.2.2. Общая освещенность на уровне столов рабочих мест, а в аппаратном зале не менее 150 лк, а в других помещениях – не менее 100 лк.

6.2.3. Электроснабжение ПАК и устройств бытовых нужд ВИКС может осуществляться:

- от дизель генератора, установленного в вагоне (рекомендуемая мощность 16 кВА);
- от штатного подвагонного генератора;
- от подвагонной аккумуляторной батареи;
- от внешнего источника напряжения (на стоянках), через разделительный трансформатор.

**7. Перечень, диапазоны измерений и необходимая их точность при диагностике контактной сети**

*7.1 Геометрические параметры*

Контролируемый параметр	Диапазон Измерения	Точность
Высота подвешивания контактного провода, м	4,900 – 6,800	$\pm 0,01$
Положение контактного провода в плане (зигзаг, вынос) при 1÷4 проводах, мм	от – 700 до + 700	$\pm 10$
Ненагруженный фиксатор	Наличие	–
Уклон контактного провода, тыс.	0 – 0,6	
Стрела провеса контактного провода, мм	от 0 до 150	$\pm 10$
Длина рессорного троса, м	до 20	$\pm 15\%$
Расстояние по высоте от рабочего контактного провода до элементов дополнительного фиксатора, мм	от 0 до 600	$\pm 10$
Износ контактного провода при 1÷4 проводах, %	от 0 до 50	$\pm 5 \%$
Контроль местных износов контактного провода, протяженностью 400-600 мм	Наличие	
Натяжение проводов контактной сети, кН	6 – 20	$\pm 5 \%$
Натяжение рессорного троса, кН	1 – 6	$\pm 5\%$
Сопряжение анкерных участков	Наличие	3–5-пролетные
Эластичность, мм/Н	0 – 1,0	5%
Коэффициент неравномерности эластичности	1,1 – 1,6	5%

*7.2 Динамические параметры*

Контролируемый параметр	Диапазон измерения	Точность
Контактное нажатие, Н	от 0 до 400	$\pm 10$
Регистрация ударов по токоприемнику	наличие	
Регистрация отрывов токоприемника от КС	наличие	
Контроль искрения	наличие	
Скорость движения, км/ч	до 300	$\pm 1 \%$
Привязка по ординате, м	0,1	$\pm 5 \%$

### 7.3 Опорные и поддерживающие конструкции

Контролируемый параметр	Диапазон измерения
Коррозионный износ металлических частей поддерживающих конструкций, %	$\leq 20$ от номинального значения
Снижение прочности бетона опор и фундаментов, %	$\leq 40$ от номинального значения
Коррозионный износ анкерных болтов фундаментов опор контактной сети, %	$\leq 20$ от номинального значения
Электрическое сопротивление между арматурой железобетонной опоры и металлическими крепежными элементами контактной сети, кОм	$>10$

### 7.4 Токоведущие элементы контактной сети

Контролируемый параметр	Диапазон измерения
Напряжение контактной сети - постоянного тока (с погрешностью $\pm 60$ В), кВ - переменного тока (с погрешностью $\pm 450$ В), кВ	$2,7 \div 4$ $21 \div 29$
Температура токоведущих соединений, °С контактной сети ( $T_1$ )	$-40 \div +500$
Спектральный диапазон при измерении температуры, не хуже, мкм	$8 \pm 14$
Температура проводов контактной сети ( $T_2$ ), °С	$-40 \div +500$
Соотношение $T_1$ и $T_2$	–

### 7.5 Состояние изоляции контактной сети

Контролируемый параметр	Диапазон измерения
Температура изоляции контактной сети, °С	$-40 \div +500$
Наличие частичных разрядов на поверхности изолятора и в воздухе при минимальной воспринимаемой энергетической светимости (не более) $3 \times 10^{-19}$ Вт/см <sup>2</sup>	наличие
Напряжение на изоляторе, кВ	от 0 до 30
Ток утечки, мА	от 0 до 250