

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано совещанием экспертов V Комиссии
29-31 мая 2001 г., Вильнюс, Литовская Республика

Утверждено совещанием V Комиссии 12-16 ноября 2001 г.

Дата вступления в силу: 16 ноября 2001 г.

Примечание:

P – 610/7

**ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
К СИСТЕМАМ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
СКОРОСТНЫХ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЛИНИЙ**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие "Общие технические требования" (ОТТ) составлены на основе обобщения опыта создания скоростных (СМ) и высокоскоростных (ВСМ) железнодорожных магистралей в различных странах мира, нормативных актов и документов по техническим параметрам устройств систем тягового электроснабжения (СТЭ) таких линий и касаются обеспечения системами тягового электроснабжения движения поездов со скоростями 160, 200, 250 и 300 км/ч как на действующих, так и вновь сооружаемых железнодорожных линиях. Классификация линий по скоростям движения и рекомендуемым для них СТЭ приведены в таблице 1.1.

1.2. Настоящие ОТТ направлены на реализацию основной концепции создания системы тягового электроснабжения СМ и ВСМ – обеспечения повышенной эксплуатационной надежности, безотказности работы устройств, диктуемой требованиями безусловного обеспечения безопасности и эксплуатационных показателей (выдерживание графика и заданных скоростей движения), и долговечности системы на стадии проектирования и сооружения устройств. В системе тягового электроснабжения преимущественно должны применяться безремонтные конструкции, устройства и технологии с ресурсом, обеспечивающим заданный срок службы, оборудованные системами саморегулирования, управления диагностики, резервирования. Параметры и требования на рекомендуемые к применению для СМ и ВСМ устройства, оборудование, машины и механизмы должны соответствовать лучшим мировым аналогам.

1.3. В настоящих ОТТ приводятся только нормы и требования к устройствам СТЭ, диктуемые обеспечением скоростного движения.

Нормы и технические требования, не оговоренные в настоящих ОТТ, должны определяться действующими нормативными документами по проектированию и эксплуатации устройств электроснабжения ж.д. для скоростей движения до 160 км/ч.

1.4. Устройства тягового электроснабжения должны обеспечивать надежный токосъем и заданное качество электрической энергии при питании как обычного, так и специализированного скоростного электроподвижного состава.

1.5. Установление максимальных скоростей движения скоростных поездов по отдельным конкретным участкам и перегонам существующих магистралей производится в результате комплексной оценки условий допустимых скоростей движения по состоянию пути и нормативам взаимодействия с ним подвижного состава. Устройства тягового электроснабжения не должны ограничивать максимальные скорости движения ниже принятого по этим условиям уровня.

1.6. При определении необходимых объемов работ по реконструкции действующей магистрали под скоростное движение следует исходить из анализа соответствия действующих устройств системы тягового электроснабжения изложенным ниже требованиям.

Необходимый объем переустройства системы электроснабжения определяется в проекте на основе результатов электрических расчетов для всех видов движения, предусмотренных перспективой развития участка, и настоящих ОТТ.

1.7. Устройства СТЭ действующих электрифицированных магистралей, не соответствующие настоящим требованиям, а также выработавшие на момент пуска скоростного движения более 75% нормативного срока службы (ресурса) или понизившие более чем на 25% несущую способность (допустимые нагрузки), подлежат безусловной замене. Замене также подлежат устройства, которые при существующих размерах движения в интенсивный период имеют нагрузку свыше 90% номинальной.

Таблица 1.1

**Классификация электрифицированных магистралей линий и участков железных дорог
скоростного и высокоскоростного движения**

Условия создания скоростной линии	Существующие линии, А		Новые линии, В	
	А1	А2	В1	В2
	С ограниченными возможностями модернизации под скоростное движение	С технико-экономической обоснованной возможностью модернизации под скоростное движение	Предназначены исключительно для пассажирских перевозок	Предназначены для смешанных пассажирских и грузовых перевозок
Расчетная (номинальная) скорость движения, км/ч	160	200	300	250
Максимальная скорость движения (на отдельных участках)	180	220	350	280
Класс линий	Скоростная (СМ)		Высокоскоростная (ВСМ)	
Рекомендуемая система тягового электроснабжения	<u>Действующие ж.д. линии:</u>			
	а) электрифицированные;	Существующая система (переменный, постоянный ток)		-----
	б) электрифицируемые	Переменный ток 25 кВ 50 Гц		-----
	<u>Вновь сооружаемые</u>	-----		Переменный ток 25 кВ 50 Гц, 2х25 кВ

В основу классификации положены исходные данные по "Параметрам объектов инфраструктуры на наиболее важных с международной точки зрения железнодорожных линиях" (документ МСЖД ЕСЕ /TRANS/63 page 85 Приложение II).

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

2.1. На СМ и ВСМ система внешнего электроснабжения должна обеспечивать двустороннее питание каждой тяговой подстанции.

Не допускается:

- сооружение питающих линий к тяговым подстанциям на двуцепных опорах;
- вынужденный режим (отключение подстанции) в период скоростного движения поездов;
- подключение тяговых подстанций СМ и ВСМ к системе автоматического отключения нагрузки при перегрузке снабжающей энергосистемы.

2.2. Схема тягового электроснабжения должна предусматривать двустороннее питание контактной сети с параллельным соединением подвесок главных путей посредством постов секционирования и пунктов параллельного соединения. Количество параллельных соединений определяется расчетом с учетом условий обеспечения работоспособности защит от токов коротких замыканий.

2.3. СТЭ СМ и ВСМ должна обеспечивать в период наиболее интенсивной части графика движения скоростных поездов уровень напряжения на токоприемниках в границах, приведенных в таблице 2.1.

2.4. При выборе СТЭ для СМ и ВСМ следует руководствоваться рекомендациями табл. 1.1., преимущественное предпочтение отдавая системе переменного тока. При этом в зависимости от мощности скоростного и высокоскоростного электроподвижного состава (ЭПС), интенсивности движения поездов, структуры снабжающей энергосистемы возможны следующие варианты электроснабжения по системе переменного тока:

1х25 кВ; 25 кВ с экранирующим и усиливающим проводом; 2х25 кВ.

Выбор варианта системы производится на основе электрических расчетов.

Таблица 2.1.

**Нормативы основных значений напряжений в контактной сети
систем тягового электроснабжения железных дорог**

Система электрификации	Минимальное нестабильное напряжение $U_{\min 2}$ (t ≤ 10 мин.)	Минимальное стабильное напряжение $U_{\min 1}$ (t = ∞)	Номинальное напряжение U_n	Максимальное стабильное напряжение $U_{\max 1}$ (t = ∞)	Максимальное нестабильное напряжение $U_{\max 2}$ (t ≤ 5 мин.)
Переменный ток	17500	19000 ³⁾	25000	27500	29000
Постоянный ток	-	2000 ³⁾	3000	3600	3900 ²⁾

Примечания:

1. Настоящие нормы соответствуют Европейскому стандарту EN 50163, принятому Европейским Комитетом по Электротехнической Стандартизации 06.03.1995 г.
2. Стандартом Международной Электротехнической Комиссии (МЭК Публикация 850, 1988 г.) допускается повышение до 4000 В (в режимах рекуперации). Электроподвижной состав, используемый в международном сообщении, должен выдерживать это напряжение в течение короткого периода времени – до 5 мин.
3. Для некоторых стран данный норматив составляет 2,4 кВ, 2,7 кВ, 2,9 кВ (постоянный ток) и 19,0 кВ, 21,0 кВ, 24,0 кВ (переменный ток) для соответственно слабонагруженных, нагруженных и скоростных линий.
4. Страны, для которых нормативы напряжений отличаются от приведенных значений по стандарту EN 50163, должны пользоваться национальными нормативами до приведения их в соответствие со стандартом EN 50163.

2.5. За исходные данные для электрических расчетов принимаются тягово-энергетические характеристики скоростного ЭПС с учетом результатов тяговых расчетов и данных по организации и размерам движения поездов, расхода электроэнергии на их собственные нужды, электроотопление и систему кондиционирования.

2.6. При электрических расчетах, связанных с введением скоростного движения, осуществляется проверка:

- нагрева проводов тяговой сети, включая фидерные и отсасывающие линии подстанций;
- напряжения на токоприемниках электроподвижного состава;
- мощности преобразователей и понижающих трансформаторов тяговых подстанций, автотрансформаторов системы 2х25 кВ, коммутационного оборудования;
- уставок устройств защиты фидеров тяговой сети;
- опасных и мешающих магнитных влияний на линии связи и смежные коммуникации;
- требуемой мощности установок компенсации реактивной энергии.

Проверка уровня напряжения на токоприемнике производится для нормальной схемы питания подвесок путей (параллельное соединение посредством постов секционирования и пунктов параллельного соединения), а нагревания проводов тяговой сети – при раздельном питании контактных подвесок путей.

2.7. В период движения скоростных и высокоскоростных поездов не допускается изменение схем питания для проведения профилактических и ремонтных работ.

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНТАКТНОЙ СЕТИ

3.1. Основные концептуальные требования к контактной сети, связанные с выполнением ею положений п.п. 1.2 и 1.4 при обеспечении движения скоростных и высокоскоростных поездов, сводятся к следующему:

- достижение равноэластичности подвески по всей длине пролета;
- повышенное натяжение контактных проводов, несущих и рессорных тросов;
- повышенные термо- и износостойкость, механическая прочность контактных проводов и тросов;
- минимизация по массе всех конструктивных элементов, непосредственно связанных с подвеской при повышенных требованиях к их прочности и долговечности; надежная защита этих элементов от всех видов коррозии на полный срок эксплуатации;
- строгое выдерживание всех проектных геометрических параметров подвески (высота, зигзаг и др.) при монтаже, наладке и в процессе всего периода эксплуатации.

Реализация этих требований достигается выполнением п.п. 3.2-3.14 настоящих ОТТ.

3.2. За базовую для скоростного и высокоскоростного движения рекомендуется цепная полностью компенсированная контактная подвеска с повышенным натяжением контактных проводов и тросов, основные технические характеристики которой должны соответствовать данным таблицы 3.1. Допускается применение и других типов подвесок, обеспечивающих требуемые параметры скоростного токосъема.

3.3. В качестве проводов контактной сети на перегонах и главных путях станций следует применять медные низколегированные (серебро, кадмий, никель) или бронзовые контактные провода сечением 120-150 мм², допускается применение биметаллических контактных проводов,

обеспечивающих требуемую механическую прочность, термо- и износостойкость.

Таблица 3.1.

Основные контролируемые параметры скоростных и высокоскоростных контактных подвесок

№ п.п.	Параметр	КС-160	КС-200	КС-250	КС-300
1	Базовая контактная подвеска: а) на перегонах и главных путях станций; б) на станциях действующих электрифицированных линий	Компенсированная цепная контактная подвеска с удлиненным рессорным тросом			
		Допускается полукомпенсированная контактная подвеска		-----	
2	Номинальное натяжение, кН: а) контактного провода; б) несущего троса; в) рессорного троса	10,0	12,0	15,0	15,0
		16,0	18,0	20,0	20,0
		2,5-3,0	3,0-4,0	3,5-4,0	3,5-4,0
3	Максимальная длина пролета, м	70,0	65,0	60,0	60,0
4	Наибольшая длина анкерного участка, м	1500	1400	1300	1200
5	Длина рессорного троса, м	16,0	18,0	18-20	20,0
6	Сопряжение анкерных участков: а) не изолирующие; б) изолирующие	3-х пролетные	3-х пролетные	4-х пролетные	4-х пролетные
		4-х пролетные	4-х пролетные	5-ти пролетные	5-ти пролетные
7	Эластичность, мм/Н (не более): а) под опорой; б) в середине пролета	0,5	0,3	0,2	0,15
		0,6	0,4	0,3	0,2
8	Коэффициент неравномерности эластичности (не более)	1,30	1,20	1,15	1,10
9	Допуск на вертикальную регулировку высоты подвешивания контактного провода (не более), мм	±20	±15	±10	±5

10	Допустимые основные уклоны контактного провода при изменении высоты его подвешивания (с переходными 2-3 участками с уклоном 0,5 от указанных)	0,003	0,002	0,001	0,001
11	Максимальное отклонение высоты подвеса контактного провода от номинального, мм	±350	±250	±150	±150

3.4. Опоры контактной сети должны быть отдельными, преимущественно металлическими открытого профиля со стойкими антикоррозионными качествами на весь срок службы. На участках постоянного тока должна предусматриваться электрическая изоляция опор от фундаментов, исключая применение специальных мер защиты фундаментов от электрокоррозии.

На опорах, несущих контактную подвеску СМ и ВСМ, подвешиваются только провода системы тягового электроснабжения (контактная подвеска, усиливающие провода, питающие фидеры, групповые заземления). Прочие провода должны размещаться на отдельно стоящих опорах.

Габарит установки опор (расстояние от переднего края опоры до оси пути) на вновь электрифицируемых линиях – не менее 3,5 м, на реконструируемых под скоростное движение – по действующим нормативам для скоростей движения до 160 км/ч.

3.5. Арматура контактной сети, все виды токопроводящих зажимов должны быть термо- и коррозионностойкими, а арматура, соединенная с контактными проводами, иметь минимальную массу. Преимущественно должны применяться безболтовые способы соединения.

Арматура из цветного металла должна быть, как правило, штампованной и изготавливаться из прокатного профиля.

Болты болтовых зажимов должны изготавливаться из коррозионностойкой стали. Применение литых болтовых зажимов допускается при условии использования современных технологий литья и методов контроля, гарантирующих высокий уровень надежности.

3.6. Консоли следует применять изолированными, открытого или трубчатого сечения, стальные консоли открытого профиля алюминироваться (оцинковываются) или изготавливаются из коррозионностойкой стали, трубчатые консоли выполняются из сплавов алюминия без покрытия.

3.7. Фиксаторы выполняются:

- основной – из стальных оцинкованных труб;
- дополнительный – из алюминиевых сплавов облегченного профиля.

3.8. На контактной сети необходимо преимущественно применять полимерные изоляторы с улучшенными электромеханическими характеристиками: запас по механической прочности на растяжение и изгиб должен составлять не менее 4, длина пути утечки – не менее 5,0 см/кВ.

3.9. Струны должны выполняться электропроводными из медного гибкого троса с обеспечением точности регулировки высоты подвеса контактного провода в соответствии с таблицей 3.1.

В базовой контактной подвеске расстояние от опоры до ближайшей струны на несущем тросе должно составлять 13-15 м при длине рессорного троса 18-20 м.

В опорных узлах независимо от длины пролета струны на рессорном тросе должны устанавливаться на расстоянии 2 и 6 м от опоры.

Для уменьшения колебаний контактных проводов в опорных узлах могут устанавливаться ограничительные струны, соединяющие контактный провод с седлом под консолью или с несущим тросом (на расстоянии не более 1 м от седла).

Межструновые пролеты при одном контактном проводе, как правило, должны составлять не более 8 м.

Двойные контактные провода компенсированной подвески должны подвешиваться каждый на самостоятельных струнах, расположенных в шахматном порядке, с расстоянием между смежными струнами не более 4 м.

Отклонение от оптимальных расстояний между струнами в средних частях пролетов не должно превышать $\pm 0,25$ м.

3.10. Секционирование съездов между главными путями и боковыми путями станций должно осуществляться легкими малогабаритными секционными изоляторами, обеспечивающими проход подвижного состава без ограничения установленной для съездов скорости.

Применение секционных изоляторов на главных путях перегонов и станций при скоростях движения более 160 км/ч не допускается.

3.11. Анкеровка контактного провода и несущего троса выполняется раздельной с преимущественным применением компенсаторов барабанного типа, оборудованных устройством торможения при обрыве проводов; натяжные тросы анкеровки – из нержавеющей стали.

3.12. Крепление проводов контактной подвески главных путей на конструкциях искусственных сооружений, как правило, не допускается, кроме мостов с ездой понизу. Конструкция мостов с ездой поверху должна предусматривать установку на них опор контактной сети.

3.13. На опорах контактной сети должна предусматриваться установка реперных знаков системы контроля положения пути и контактной подвески с целью обеспечения повышенных требований к поддержанию геометрии их взаимного расположения.

3.14. Конструктивные параметры элементов скоростной и высокоскоростной контактной сети должны обеспечивать:

- надежный токосъем с числом проходов токоприемников до 1,5 млн. (постоянный ток) и 3,0 млн. (переменный ток);
- гарантированную эксплуатационную надежность (долговечность) подвески в целом – 50 лет;
- срок службы опор и жестких поперечин – 70 лет;
- изоляторов – 30 лет;
- арматуры – 50 лет.

4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

4.1. Система управления устройствами электроснабжения скоростных и высокоскоростных магистралей должна являться составной частью общей системы автоматизированного управления магистралью и обеспечиваться единой системой передачи информации.

4.2. Управление непосредственно устройствами электроснабжения осуществляется энергодиспетчером с протяженностью диспетчерских кругов 200-250 км. Энергодиспетчеры размещаются в главном автоматизированном центре управления магистралью и имеют непосредственную связь с диспетчерами по движению, локомотивам, пути и СЦБ, а так же с диспетчерами питающих магистраль энергосистем.

4.3. Объем информации, передаваемой с каждого устройства, и число команд управления должны определяться исходя из количества управляемого оборудования, сигналов предупредительной и аварийной сигнализации, телеизмерений параметров устройств электроснабжения, средств диагностики их состояния с фиксацией информации на носителях в реальном масштабе времени.

4.4. При вынужденных и аварийных режимах система управления должна определять место повреждения и принимать оптимальные решения по их устранению и обеспечению пропуска поездов.

5. ДИАГНОСТИКА УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

5.1. Диагностика скоростных контактных подвесок должна осуществляться скоростными измерительными вагонами.

В силу общности некоторых фиксируемых параметров (привязка к пути, кривым, времени) возможно совмещение в одном вагоне функции диагностики контактной сети и пути.

5.2. Аппаратура диагностики должна быть преимущественно бесконтактной, автоматизированной, компьютеризованной, с хранением

информации и сопоставительным анализом динамики развития во времени отступлений контролируемых параметров от нормативов.

5.3. Передача информации от датчиков должна осуществляться через оптоволоконные цепи.

5.4. Диагностический комплекс должен обеспечивать измерение следующих основных контролируемых параметров:

- геометрические параметры подвески (высота и зигзаг контактного провода с погрешностью ± 10 мм, высота отходящих проводов и основных стержней фиксаторов с погрешностью не более 20 мм);
- износ 1-2 контактных проводов с погрешностью $\pm 1\%$ номинального сечения в диапазоне износа $0 \div 50\%$;
- усилие контактного нажатия токоприемника и отжатия контактного провода;
- фиксация подхватов отходящих ветвей дополнительных фиксаторов;
- автоматическая привязка к координатам пути и времени.

5.5. Измерения параметров, перечисленных в п.5.4, должны осуществляться при скоростях движения измерительного вагона близких к максимально допустимым для данной магистрали.