

Новые типовые проектные решения УКС по контактным сетям КС-200 и КС-160

Беляев Н. В., Чередников Д. И.

ЗАО «Универсал – контактные сети», Санкт-Петербург, Россия

Контактная сеть КС-200 постоянного тока

Первый проект УКС по контактной сети КС-200 разработан в 1995-1997 гг. совместно с институтом «Трансэлектропроект».

В 2006 году технические решения по контактной сети КС-200 были существенно переработаны с учетом накопленного опыта эксплуатации и результатов испытаний контактной сети на участке Калашниково – Лихославль Октябрьской железной дороги.

Новый проект КС-200-06-К «Схемные и конструктивные решения узлов контактной сети постоянного тока для скорости движения поездов до 200 км/ч» разработан в соответствии с Техническими требованиями к контактной подвеске постоянного тока для скорости движения поездов до 200 км/ч (ТТ КС-200-06), утвержденными Департаментом электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» 27.02.2006.

Контактная подвеска по проекту КС-200-06 – компенсированная, вертикальная, с рессорным тросом.

По результатам испытаний (декабрь, 2006 г.) на участке Калашниково – Лихославль Октябрьской железной дороги проект откорректирован. В проект КС-200-06-К были внесены следующие основные изменения:

1. Натяжения контактных проводов увеличено до 2x18 кН с целью улучшения параметров контактной подвески для скоростей движения 200 км/ч в условиях реконструкции существующей контактной сети без переразбивки длин пролетов и анкерных участков.

2. Статические и динамические характеристики контактной подвески пересчитаны с учетом изменения натяжения проводов.

3. Переработан раздел «Анкеровки». Штанги и число грузов даны для натяжения контактных проводов 2x18 кН, усилены конструкции анкеровок, даны исполнения анкерных кронштейнов для сдвоенных стоек жестких поперечин. С учетом повышения натяжения основным исполнением анкеровок принято исполнение с двумя анкерами.

4. Уменьшено количество типоразмеров консолей за счет исключения исполнения с увеличенной «базой», приведены таблицы типоразмеров консолей и геометрических параметров. Переработаны таблицы применения консолей.

5. Исключено исполнение средней анкеровки с двойным совмещенным поворотным зажимом т.к. его конструкция затрудняет выполнение высокоточных промеров высоты несущего троса от УГР с применением лазерных измерителей.

6. В электрических соединителях применены прессуемые зажимы.

Проектные решения КС-200-06-К предназначены для применения при проектировании реконструкции контактной сети и распространяются на строительство и приемку выполненных работ.

Проект разработан с учетом требований и рекомендаций УИС 799-1 «Параметры контактных сетей постоянного тока для скоростей движения от 160 км/ч до 250 км/ч» для диапазона скоростей 200÷220 км/ч.

В таблице 1 приведены основные технические характеристики контактной подвески КС-200-06-К.

Таблица 1

Основные технические характеристики контактной подвески КС-200-06-К

Наименование технических характеристик	Параметры	
Контактный провод	2БрФ-120	
Натяжение контактного провода, даН	2х1800	
Несущий трос	Бр-120	
Натяжение несущего троса, даН	2025	
Рессорный трос, натяжение, даН	Вз-II-35, 300	
Длина рессорного троса, м	18	
Усиливающий провод	2А-185	
Максимально допустимый длительный ток контактной подвески, А	2850	
Максимальная длина пролета, м	65	
Конструктивная высота подвески, м	1,8	
Высота контактного провода от УГР, м	6,0	
Стрела провеса контактного провода, мм	35	
Максимально допустимый износ контактных проводов, %	20	
Максимально допустимое отклонение натяжения несущего троса, %	на	±5
	на кривой	±10
Максимальная эластичность в пролете (контактный провод без износа) e_{max} , мм/даН	3,728	
Минимальная эластичность в пролете (контактный провод без износа) e_{min} , мм/даН	3,027	
Неравномерность эластичности в пролете (контактный провод без износа) $U=(e_{max} - e_{min})/(e_{max} + e_{min}) \cdot 100\%$	10,38	
Эластичность в опорном узле (контактный провод без износа) e , мм/даН	3,196	
Расчетное приведенное нажатие токоприемника, даН	30	
Статическое отжатие контактного провода при расчетном нажатии токоприемника под в середине пролета, мм	96	
	112	
Максимально допустимый подъем контактного провода в опорном узле, мм	300	
Допустимый интервал температур контактной подвески, °С	от -40°С до +80°С	
	на станции от -40°С до +60°С	
Максимальная длина анкерного участка, м	2х700	
Необходимость вертикальной регулировки контактных проводов (снятие одного груза в анкеровке НТ)	при износе 10%	
Расчетная скорость движения, км/ч	200	

В конструкции контактной подвески КС-200-06-К применены провода с повышенными механическими свойствами. Контактные провода – 2БрФ-120 с временным сопротивлением при растяжении не менее 411,6 Н/мм² (42 кгс/мм). Несущий трос – Бр-120 с разрывным усилием не менее 55 кН.

Номинальные натяжения проводов рассчитаны с использованием положений европейских норм EN 50119. По результатам расчетов номи-

номальное натяжение контактных проводов принято 2×1800 даН, а номинальное натяжение несущего троса принято 2025 даН.

Проект КС-200-06-К содержит указания по выполнению вертикальной и продольной регулировки контактной подвески. Поддержание параметров вертикальной регулировки контактной подвески в требуемом диапазоне определяется допустимым отклонением натяжения несущего троса, которое на каждом анкерном участке на прямой не должно превышать $\pm 5\%$. Для выполнения данного требования необходимо выполнять следующие условия:

- сила сопротивления движению компенсатора в сборе в расчетном интервале температур при номинальном натяжении контактных проводов не должна превышать 1%;
- отклонение массы чугунных грузов допускается не более +1%, - 2%;
- угол отклонения анкеруемой ветви подвески от ее направления в переходном пролете не должно превышать 5° . Для уменьшения этого угла габариты анкерных опор, как правило, должны приниматься типовые 3,5 м.



Рис 1. Контактная подвеска КС-200-06-К

В 2007-2008 гг. по результатам испытаний на участке Калашниково-Лихославль также были выпущены проекты:

– КС-200-07 (32-07) для адаптации к скоростям до 250 км/ч существующей КС-200, эксплуатирующейся на линии Москва – Санкт-Петербург с 1998–2001 гг.;

– КС-250-3 по контактной сети постоянного тока для скорости движения до 250 км/ч.

Перед началом эксплуатации высокоскоростного поезда «Сапсан» («Velaro-Rus») фирма SIEMENS выполнила расчеты динамики взаимодействия токоприемника, установленного на этом поезде, с вариантами контактной подвески по проектам КС-200, КС-200-06-К, КС-200-07 (32-07) и КС-250-3. Вывод, сделанный на основании расчетов специалистами «Siemens»: «В целом установлено хорошее качество прохождения двух токоприемников, расположенных друг от друга на расстоянии 154 м, по всем вариантам цепной подвески при соответствующих скоростях 200 км/ч и 250 км/ч».

Контактная сеть КС-200-06-К (рис.1) применена при реконструкции контактной сети на участке Санкт-Петербург – Бусловская, а также на линии Санкт-Петербург – Москва в пригородных зонах Москвы и Санкт-Петербурга.

Контактная сеть КС-200-07 (32-07) для скорости движения до 250 км/ч реализована в 2009 г. на линии Москва – Санкт-Петербург на участке Мстинский мост – Торбино.

Контактная сеть КС-200 переменного тока

Проект КС-200-25 «Схемные и конструктивные решения узлов контактной сети переменного тока для скорости движения 200 км/ч» разработан УКС в 2007 г. и соответствует Техническим требованиям, утвержденным Департаментом электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» от 28.05.2007.

Контактная подвеска по проекту КС-200-25 – вертикальная, компенсированная, нерессорная на изолированных алюминиевых (КИА) или стальных консолях (КИС) .

В конструкции контактной подвески КС-200-25 применены провода с повышенными механическими свойствами. Контактный провод – БрФ-120 и несущий трос – Бр-120. Сечение проводов выбрано с учетом электрических расчетов, выполненных ВНИИЖТ.

Номинальные натяжения проводов рассчитаны с использованием положений европейских норм EN 50119. Номинальное натяжение контактного провода принято 2000 даН. Номинальное натяжение несущего троса принято 1800 даН.

Таблица 2

Основные технические характеристики контактной подвески КС-200-25

Наименование технических характеристик		Параметры
Контактный провод, натяжение, даН		БрФ -120, 2000
Несущий трос, натяжение, даН		Бр -120, 1800
Допустимый длительный ток, А, без усиливающего провода		824
с усиливающим проводом А-185		1172
Допустимое отклонение натяжения несущего троса, %	прямой участок пути	± 5
	на кривой	± 10
Максимальная длина пролета, м		65
Конструктивная высота подвески, м		1,8
Высота контактного провода от УГР, м		6
Стрела провеса контактного провода (в пролете максимальной длины), мм		35
Максимально допустимый свободный подъем контактного провода в опорном узле, мм		240
Расчетное приведенное нажатие токоприемников, даН		12
Статическое отжатие контактного провода, мм	в опорном узле	27
	в середине пролета	60
Максимальная эластичность в середине пролета e_{max} , мм/даН		4.964
Минимальная эластичность в пролете e_{min} , мм/даН		2.247
Неравномерность эластичности в пролете 65 м (контактный провод без износа) $U=(e_{max} - e_{min})/(e_{max} + e_{min}) \cdot 100\%$		38
Скорость распространения поперечной волны С, км/ч		493
Расчетная скорость движения, км/ч		200
Температурный параметр контактной подвески К, °С (перегон / станция)		120 / 100
Максимальная длина анкерного участка, м		2x700

При выбранных системных параметрах основные технические характеристики КС-200-25 удовлетворяют требованиям УИС 799 «Параметры контактных подвесок на переменном токе для участков со скоростью движения более 200 км/ч».

Контактная сеть КС-160

В период 2000-2005 гг. года УКС активно занимался разработкой контактной сети для скоростей движения до 160 км/ч, предназначенной для обновления (модернизации) инфраструктуры сети дорог России.

Процесс совершенствования технических решений находится в постоянном развитии. В настоящий период активно осваивается производство новых, более совершенных изделий контактной сети, развивается база нормативных документов. За несколько последних лет Департаментом электрификации и электроснабжения РЖД выпущен целый ряд технических указаний и информации о применении новых типов изоляторов, новой арматуры контактной сети, прессуемых зажимов для электрических

соединителей, струн из полимерных материалов, металлических опор, поддерживающих конструкций и др.

В связи с этим появилась необходимость в переработке выпущенных ранее типовых проектов.

В 2008-2010 гг. УКС перевыпустил большинство проектов КС-160 (рис.2) с учетом применения новых изделий, а также унификации системных параметров контактной сети. Так например, неравномерность эластичности контактной подвески в типовом пролете для каждого из новых проектов находится в пределах 13%.

Новые типовые проекты КС-160 переменного и постоянного тока с изолированными горизонтальными консолями предназначены в первую очередь для участков с перспективой повышения скоростей движения ЭПС.

Конструкция контактной сети с горизонтальными изолированными консолями позволяет обеспечить поддержание в процессе эксплуатации постоянство конструктивной высоты подвески на прямых и в кривых участках пути, сохранение расчетных показателей эластичности подвески на весь период эксплуатации с учетом допустимого износа проводов и возможность применения токоведущих струн расчетной длины (мерных струн) при перспективном повышении скоростей движения поездов.

Поддерживающие конструкции КС-160 рассчитаны на прочность, жесткость и устойчивость в соответствии с «Нормами проектирования контактной сети» СТН ЦЭ 141-99 и «Нормами проектирования модернизации (обновления) контактной сети».

Узлы крепления на металлических опорах и анкерные оттяжки приняты по проекту КС.МК-08 «Металлические коробчатые двухшвеллерные опоры контактной сети. Узлы крепления поддерживающих конструкций».

В состав проектов КС-160 включена форма заказной спецификации для комплектной поставки опорных и поддерживающих конструкций по анкерным участкам. В спецификации учтена средняя потребность в материалах и арматура на анкерный участок.

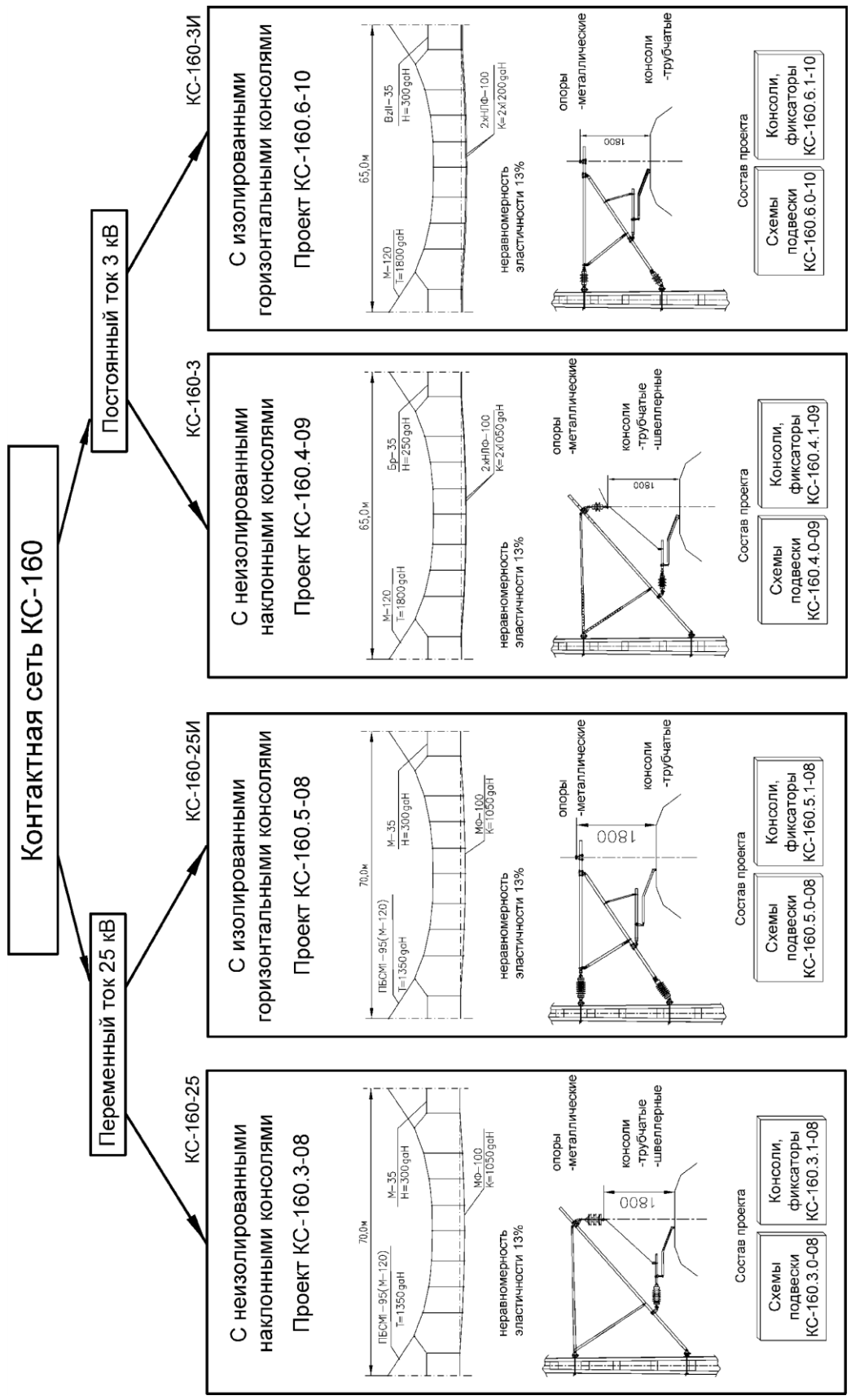


Рис. 2. Современные типовые проекты КС-160

В практике проектирования контактной сети возникла необходимость в детализации проектных решений для сложных узлов. В связи с этим УКС в 2008-2010 гг. разработал специальные альбомы типовых решений.

Альбом КС.МК-08 «Металлические коробчатые двушвеллерные опоры контактной сети. Узлы крепления поддерживающих конструкций» содержит материалы для проектирования и монтажа анкеровок, узлов крепления консолей и кронштейнов на одиночных и сдвоенных металлических опорах, варианты установки жестких поперечин.

Альбом КС-160-УП «Усиливающие провода контактной сети постоянного тока» содержит материалы для расчета, проектирования и монтажа линий усиливающих проводов.

Альбом КС.ВС-09 «Воздушные стрелки без пересечения проводов» предназначен для проектирования воздушных стрелок для скоростных и высокоскоростных контактных сетей.

Альбом КС-160.12-09. Постоянный ток «Контактная сеть КС-160 на станциях с жесткими поперечинами» содержит материалы для проектирования и монтажа, специальные схемы фиксации контактных подвесок с опор или консольных (фиксаторных) стоек при пропуске нерабочих контактных подвесок рядом с рабочими в зоне воздушных стрелок и в зоне сопряжений, схемы размещения консольных и фиксаторных стоек при фиксации 3-х – 4-х подвесок над одним путем.

Альбом КС-160.12-09. Переменный ток «Контактная сеть КС-160 на станциях с жесткими поперечинами» содержит материалы для проектирования и монтажа аналогичные альбому КС-160.12-09. Постоянный ток, но для переменного тока.

Альбом 4363-3 «Проход проводов контактной подвески в искусственных сооружениях. Компенсированная подвеска» содержит материалы для расчета и проектирования проходов компенсированной контактной подвески на подходах и в пределах ИССО.

Альбом 4363-4 «Проход проводов контактной подвески в искусственных сооружениях. Полукомпенсированная подвеска» содержит материалы для расчета и проектирования проходов полукомпенсированной контактной подвески на подходах и в пределах ИССО.

Разработанные УКС типовые проектные решения по контактным сетям КС-160 и КС-200 охватывают большинство встречающихся на практике условий их применения и широко используются как при новой электрификации, так и в условиях реконструкции.