

Контактные подвески для железных дорог Нидерландов

Железные дороги Нидерландов активно реализуют мероприятия по обновлению и увеличению пропускной способности своей сети. Одним из главных направлений в этой деятельности является перевод системы тягового электроснабжения с постоянного тока напряжением 1,5 кВ на переменный напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц. С этой целью разработаны контактные подвески трех типов. Одна из них предназначена для линий, электрифицированных по системе постоянного тока напряжением 1,5 кВ, которые планируется перевести на переменный ток 25 кВ, 50 Гц. При ее разработке уделялось большое внимание применению таких методов монтажа и последующего перехода на другую систему, при которых обеспечивается минимизация помех движению поездов. Две другие подвески предназначены для электрификации новых линий по системе однофазного переменного тока напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц.

Железные дороги Нидерландов имеют сеть линий общей протяженностью 2800 км, из которых 72 % электрифицированы по системе постоянного тока напряжением 1,5 кВ. Парк электровозов

составляет 200 ед., а электропоездов — 1500. С 1980-х годов объем пассажирских перевозок постоянно растет. Новая высокоскоростная линия, идущая от Амстердама через Роттердам до бельгийской границы, надежно обеспечивает население транспортными услугами высокого качества.

Грузовые железнодорожные перевозки в Нидерландах до сих пор играли второстепенную роль. Так, в 2002 г. их грузооборот составил 4024 млн. ткм, что соответствует 3 % общего объема грузовых перевозок в стране, выполняемых всеми видами транспорта. Однако в 2003 г. этот показатель увеличился уже до 16,9 %, что составило 4705 млн. ткм.

Роттердам является одним из крупнейших портов мира. Прибывающие сюда морем грузы далее перевозятся в основном автотранспортом. Сейчас для разгрузки сети автомобильных дорог при финансовой помощи Евросоюза ведется строительство двухпутной железнодорожной линии протяженностью 160 км, рассчитанной в основном на грузовые перевозки и получившей название Betuweroute (рис. 1).

Эта линия, соединяющая Роттердам с Эммерихом на нидерландско-германской границе, рассчитана на годовой объем грузовых перевозок, исчисляемый в 201 650 млн. т.

В высокоскоростном движении напряжение 1,5 кВ постоянного тока в контактной сети является одним из основных факторов, которые ограничивают возможность увеличения интенсивности движения поездов и повышения их скорости. Здесь проблема может быть решена или увеличением рабочих токов в тяговой сети, или переходом на систему переменного тока 25 кВ, 50 Гц. Системы тягового электроснабжения повышенного напряжения во всем мире признаны оптимальными для высокоскоростных линий. Результаты анализа соотношения затраты/полезный эффект, выполненного в 1997 г. применительно к системам тягового тока, позволили сделать вывод о необходимости поэтапного обновления системы тягового электроснабжения на базе переменного тока напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц.

В связи со строительством линии Betuweroute и предстоящим преобразованием системы тягового электроснабжения потребовалось разработать две новые контактные подвески. Одна из них, получившая обозначение В4, предназначена для системы постоянного тока напряжением 1,5 кВ. В ее конструкции предусмотрен легкий переход на систему переменного тока напряжением 25 кВ, 50 Гц. Две другие подвески, получившие обозначения В7 и В5, предназначены для электрификации новых линий по системе переменного тока, причем В5 была создана специально для линии Betuweroute. Подвески В4 и В5 разработаны компанией Kummeler+Matter, которой принадлежит исключительное право на их изготовление и поставку.

После приватизации железных дорог Нидерландов бывшее инфраструктурное подразделение NS Railinfrabeheer, в ведении которого находилась также и контактная



Рис. 1. Новые линии на сети железных дорог Нидерландов

сеть, было преобразовано в компанию ProRail. Она отвечала не только за эксплуатацию существующих контактных сетей, но также за определение параметров и разработку технических требований на новые подвески. Для этого были созданы подробные спецификации, которые определяли не только технические параметры и эксплуатационные характеристики подвесок, но и порядок применения разработанной документации при проектировании. Материалы и геометрия арматуры подвесок были заданы настолько жестко, что изготовители были вынуждены ориентироваться на минимальный диапазон допусков.

Общие элементы новых подвесок

Адаптируемая система контактных подвесок ARCAS содержит общие положения, использованные при создании двух новых подвесок. На этой базе спроектированы подвески В4 и В5 с разработкой соответствующих чертежей. На рис. 2 в качестве примера показана сочлененная консоль подвески В4. Хотя конструкция консолей в подвесках В4 и В5 различна, их собирают из одних и тех же стандартных элементов благодаря модульной организации системы ARCAS. Трубы консолей изготовлены из алюминиевого сплава F31. Для производства прочей арматуры подвески также использованы алюминиевые сплавы. Учитывая возможность вандализма и упрощение эксплуатации, ProRail приняла решение об использовании в конструкции подвесок силиконовых изоляторов.

Подвески обоих типов сертифицированы и уже в течение нескольких лет внедряются компанией ProRail. Модульный принцип позволяет получить несущие конструкции подвески приемлемой стоимости, несмотря на небольшие партии и независимо от типа цепных подвесок. Все элементы конструкции подвески, арматура, а также конструкции в сборе подвергались разносторонним дина-

мическим и статическим испытаниям, в том числе усталостным. В соответствии со стандартом ISO 9227 проведены также испытания в солевом тумане, результаты которых позволяют судить об устойчивости материалов к атмосферным влияниям.

Подвеска типа В4

Первоначально подвеску типа В4 разрабатывали в расчете на систему постоянного тока напряжением 1,5 кВ. В дальнейшем планировалось подготовить ее к переводу на систему однофазного переменного тока 2×25 кВ, 50 Гц. О процессе перехода на новую систему можно судить по рис. 3. Изоляция консоли была с самого начала рассчитана на напряжение 25 кВ. При переходе на переменный ток двойной контактный провод (2×100 мм²) заменяют одинарным, сечением 120 мм². Ограничение деформации труб консоли при изгибе величиной 0,5 % длины трубы потребовало применения труб из алюминиевых сплавов диаметром 90 мм с толщиной стенки 5 мм и 70 мм с толщиной стенки 10 мм. Основные характеристики подвесок приведены в таблице.

Подвеска В4 включает в себя 29 испытанных модификаций консолей. Они распределяются по длине с

шагом 630 мм в зависимости от расстояния между опорой и осью пути, а также по строительной высоте. Более 100 чертежей различных несущих конструкций и консольных модулей послужили основой при детальном проектировании и разработке рабочих чертежей.

В отношении проектирования, изготовления и поставки компонентов подвески обычно применяются различные технологии. Так, если разработчик берет на себя проектирование и поставку несущих элементов, то строительная компания изготавливает прочие компоненты, такие, как фундаменты опор, сами опоры, поставляет провода и тросы, ведет монтаж и наладку подвески. Консоли и другие несущие элементы доставляются изготовителем в предварительно собранном виде непосредственно на место монтажа. Все несущие элементы подвески В4 собраны и крепятся на болтах.

Линия между Амстердамом и Утрехтом, имеющая почти на всем протяжении четырехпутное исполнение, оборудована контактной подвеской типа В4 без рессорных тросов, обеспечивающей скорость движения поездов до 160 км/ч при системе постоянного тока напряжением 1,5 кВ. При регулировании положения подвески в кривых для каждого из двух

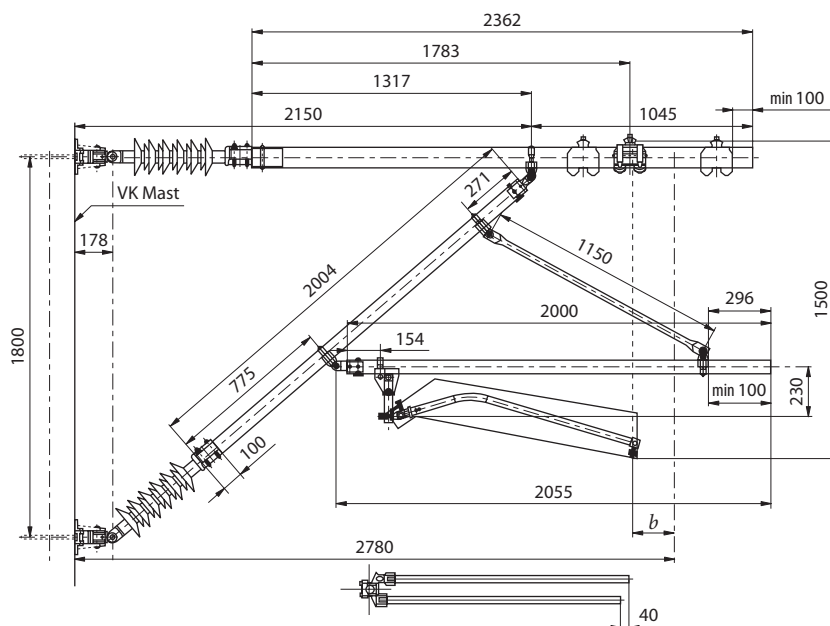


Рис. 2. Сочлененная консоль подвески В4

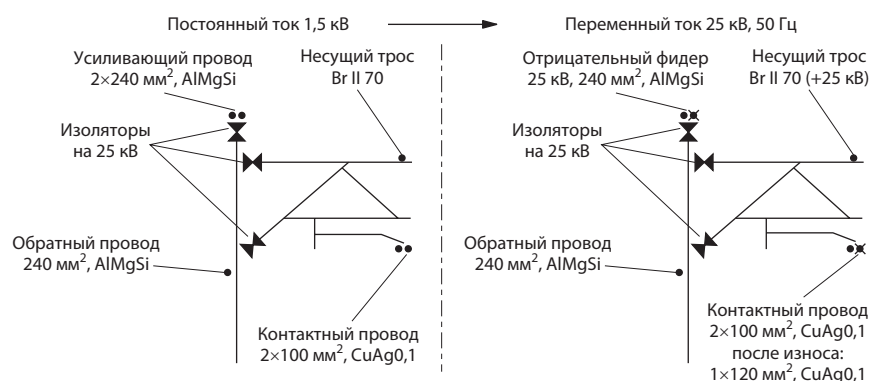


Рис. 3. Перевод консоли типа В4 с постоянного на переменный ток

Технические характеристики подвесок В4 и В5

Параметр	Тип подвески	
	В4	В5
Система тягового тока	1,5 кВ постоянного тока, подготавливается модификация для 25 кВ, 50 Гц	2 × 25 кВ, 50 Гц
Максимальная скорость, км/ч	160 (постоянный ток) 200 (переменный ток)	140
Контактный провод: тип сечение, мм ² натяжение, кН	2CuAg AC-100 200 (суммарное) 10 (каждого провода)	1CuAg AC-120 120 15
Несущий трос: тип сечение, мм ² натяжение, кН	BzII 70 70 15	
Усиливающий провод: тип сечение, мм ² натяжение, кН	243-Al3 240 9	— — —
Обратный провод: тип сечение, мм ² натяжение, кН	243-Al3 240 9	
Отрицательный фидер: тип сечение, мм ² натяжение, кН	— — —	243-Al3 240 9
Вид подвески	Компенсированная	
Строительная высота, мм: на открытом перегоне в тоннеле	1750 ≥300	1000 ≥100
Консоль	Сборная на болтах	Сварная

контактных проводов используется отдельный фиксатор. После перевода подвески на переменный ток с заменой двойного контактного провода одинарным типа AC-120 максимальная скорость движения будет повышена до 200 км/ч.

Подвеска типа В5

Подвеска типа В5 предназначена для новой линии Betuweroute, электрифицируемой на однофаз-

ном переменном токе напряжением 25 кВ, 50 Гц. В таблице представлены ее основные технические характеристики. Эта подвеска рассчитана на максимальную скорость движения поездов 140 км/ч.

В отличие от подвески В4 здесь консоли изготовлены из труб одного размера — диаметром 70 мм. При этом основная труба консоли с помощью сварки соединена с горизонтальной частью подкоса, под которой располагают узел крепе-

ния несущего троса. Исполнение консолей и изогнутая форма опор выбраны с учетом требований архитектуры, предъявленных к новой линии.

Трубы из алюминиевого сплава F31 рассчитаны на агрессивные воздействия среды в зонах порта и нефтеперерабатывающих заводов. Изготовление консолей в заводских условиях с использованием сварочных роботов обеспечивает высокое качество сварных швов, которое в процессе изготовления постоянно контролируется. Проведенные усталостные испытания консолей показали, что срок их службы составит 40 лет.

В 2004 г. уже был модернизирован с укладкой второго пути соединительный участок портовой дороги Havenspoorlijn длиной 48 км, который должна связать новую линию Betuweroute с портом Роттердам. Старый разводной мост через Ауде-Маас заменен тоннелем Botlekspoor длиной 3 км. Соединительный участок и тоннель также оборудованы подвеской В5.

Выводы

Экономическое сравнение подвесок В4 и В5 показало, что первичные инвестиции в подвеску В4 несколько ниже, чем затраты на создание модификации В5, изначально рассчитываемой на напряжение 25 кВ, 50 Гц. В то же время, если сначала используется вариант В4, следует помнить, что в перспективе потребуются дополнительные затраты для перевода подвески на напряжение 25 кВ, 50 Гц. Таким образом, если сравнивать затраты на вариант В4, предусматривающий последующее переоборудование подвески на напряжение 25 кВ, с вариантом В5, сразу рассчитываемым на это напряжение, то экономический результат в значительной мере зависит от выбора момента времени для начала перевода подвески на переменный ток.

R. Hügli. Elektrische Bahnen, 2006, № 7, S. 330 – 335.