

Электрические разъемы Plug & Play для поезда Coradia Lirex

Поезда Coradia Lirex, разработанные и изготовленные для Стокгольма компанией Alstom LHB (ныне Alstom Transport Deutschland), являются самыми длинными сочлененными поездами городской железной дороги. Они успешно эксплуатируются в климатических условиях Швеции (рис. 1). Одним из видов инновационных компонентов, использованных в поезде, являются силовые штекерные разъемы компании Pfisterer.

Важный шаг в направлении развития перспективной железнодорожной техники сделала компания — поставщик подвижного состава Alstom LHB, разработавшая новый модельный ряд моторвагонных поездов.

Современная концепция открывает для пассажиров новые возможности в области железнодорожного транспорта: Coradia Lirex (серия X60) — это первый поезд в своем классе, который имеет пониженный уровень пола почти по всей

длине. Возможность удобной, быстрой и, самое главное, безопасной посадки и высадки обеспечивается даже людям с ограниченными возможностями передвижения. Пониженный уровень пола сочетается с широкими межвагонными переходами, просвет двери которых составляет 1300 мм, большими окнами и просторными внутренними салонами. Имеются специальные отделения многоцелевого назначения для удобного размещения детских колясок, велосипедов и багажа. По-

езд Coradia Lirex, обеспечивающий удобную и комфортную поездку, может использоваться для различных целей:

- в региональном и межрегиональном сообщении;
- в качестве городского скоростного транспорта в районах с высокой плотностью населения;
- в международном сообщении.

Принятие решения

Coradia Lirex своими характеристиками и высоким уровнем комфорта произвел большое впечатление на пассажиров. Транспортная компания большого Стокгольма Storstockholms Lokaltrafik (SL) по результатам международного тендера в апреле 2002 г. заказала компании Alstom LHB 55 поездов Coradia Lirex на общую сумму около 400 млн. евро. Основными факторами, повлиявшими на принятие решения о заказе, были наряду с комфортом такие характеристики поезда, как его модульная конструкция, а также сочетание высокой эффективности и большой вместимости с низкими расходами на техническое обслуживание и эксплуатацию даже при экстремальных климатических условиях.

Первый рейс поезда семейства Coradia Lirex, разработанного специально для условий Швеции и получившего серийное обозначение X60, был выполнен 14 июня 2005 г. Компания SL, которая перевозит ежедневно более 600 тыс. пассажиров в стокгольмском регионе, выбрала шестивагонную конфигурацию поезда Coradia Lirex. Этот поезд можно отнести к самым длинным сочлененным моторвагонным поездам в мире (107 м). Поезд с кузовом из облегченных стальных элементов, имеющий 374 места для сидения и 565 мест для едущих стоя, полностью отвечает требованиям компании SL о большой пассажироместности. После трогания Coradia Lirex достигает скоро-



Рис. 1. Поезд Coradia Lirex (фото: Alstom)

сти 80 км/ч за 20 с. Максимальная скорость составляет 160 км/ч.

Такие характеристики обеспечиваются системой тягового привода ONIX компании Alstom, состоящей из трех независимых агрегатов. При выходе из строя одного из этих агрегатов поезд может развивать необходимую мощность благодаря облегченной и, следовательно, энергосберегающей конструкции кузова и ходовой части.

Каждый из трех тяговых агрегатов содержит следующие основные компоненты:

- главный трансформатор номинальной мощностью 1200 кВ·А с напряжением первичной обмотки 15 кВ и вторичной – 920 В;
- тяговый преобразователь с входным напряжением 920 В и выходным напряжением, регулируемым от 0 до 1400 В;
- четыре тяговых двигателя номинальной мощностью по 250 кВт с напряжением, регулируемым от 0 до 1400 В;
- система охлаждения тяговых двигателей.

Система соединений Plug

Для силовых соединений на всем тракте от главного трансформатора до тяговых двигателей поезда Coradia Lirex компания Alstom LHB применила систему Plug компании Pfisterer, которая уже доказала свое высокое качество и надежность в повседневной эксплуатации на моторвагонных поездах компании Siemens серий ET424/ET425, Desiro и ICE T.

Эти и другие аргументы оказались достаточно убедительными для компании-разработчика Alstom LHB, а также специалистов компании Pfisterer, занятых в области электрического оборудования и техники кондиционирования на железнодорожном подвижном составе в рамках зарегистрированных Объединения предприятий железнодорожной промышленно-

Технические характеристики шестивагонного сочлененного моторвагонного поезда X60 Coradia Lirex	
Материал каркаса кузова	Сталь
Длина поезда, м	107,1
Ширина поезда, м	3,258
Высота над УГР, м	4,28
Высота пола над УГР, мм: на 92% площади в поезде в зоне межвагонных переходов в высокопольной зоне	790 830 1080
Высота пола тамбура над УГР, мм	760
Число дверей на сторону/ширина дверей, мм	12/1300
Число мест: для сидения для едущих стоя (5 чел./м ²)	374 565
Максимальная скорость, км/ч	160
Максимальное ускорение (от 0 до 80 км/ч), м/с ²	1,12
Система тока: напряжение, кВ частота, Гц	15 16,7
Тяговая мощность, кВт	12 × 250
Масса поезда, т: населенного из расчета 5 чел./м ² порожного	272 205
Размещение установок кондиционирования воздуха	Салоны, кабина машиниста
Расположение многоцелевых отделений	По одному в концевых вагонах
Коэффициент утилизируемости, %	95

сти (VDB) и Центрального объединения предприятий электротехнической и электронной промышленности (ZVEI).

Качества системы соединений Plug идеально дополняют новую концепцию подвижного состава компании Alstom LHB, обеспечивая пониженный уровень пола в поезде Coradia Lirex (790 мм над УГР на 92% его площади). Соединения Plug имеют следующие основные характеристики:

- штекерный принцип электрического соединения;
- номинальное напряжение 1,4 и 6,6 кВ переменного тока;
- номинальный ток 400, 600, 800 и 1250 А;
- площадь сечения кабелей от 25 до 240 мм²;
- значительно уменьшенная масса по сравнению с обычными соединениями;

- компактные размеры;
- высокая плотность тока;
- простота, низкие затраты и высокая надежность подключения и монтажа;
- возможность кодирования обеих частей разъемов, исключающая неправильные подключения;
- возможность малозатратной предварительной сборки;
- снижение затрат жизненного цикла;
- высокая механическая надежность контакта благодаря подпружиненным контактными соединениям;
- устойчивость к ударам и вибрациям, проверяемая испытаниями по инструкции IEC 68-2-6/27;
- наличие сертификата по стандарту NF F 16 101;
- возможность реализовать версию со сверхнадежной защитой;
- плотность корпуса – максимальный класс защиты IP 68 по ев-

ропейскому стандарту EN 60529 (DIN 0470);

- огнестойкость материала корпуса соответствует инструкции UL94V-0; материал не содержит галогенов, устойчив к ультрафиолетовому излучению;

- большой ряд типоразмеров, обеспечивающий широкий спектр применения для различных значений мощности;

- поставка в металлической оплетке (защита от ударов частиц щебня);

- линейное и угловое исполнение.

Используя свой богатый опыт в области компоновки оборудования, компания Alstom LHB установила основные компоненты системы (тяговые трансформаторы, преобразователь собственных нужд, систему обогрева и кондиционирования воздуха) на крыше вагонов. Такой монтаж оборудования имеет ряд преимуществ. Значительно повышается защищенность агрегатов от несанкционированного доступа. Даже при экстремальных погодных условиях в Швеции, где температура воздуха зимой может опускаться до -35°C , обеспечивается их надежное функционирование. Кроме того, расположение оборудования на крыше делает доступ к нему при обслуживании более легким по сравнению с расположением под кузовом. Благодаря этому многие работы по техническому обслуживанию могут быть выполнены быстрее и эффективнее.

Составляющие успеха

Все рассмотренные преимущества поезда Coradia Lirex хорошо дополняются системой электрических соединений Plug. Ее разработкой компания Pfisterer более 10 лет назад отреагировала на тенденции развития современной железнодорожной техники. Новый высокотехнологичный железнодорожный подвижной состав (такой, как поезд на магнитном подвесе или высокоскоростные поезда системы

колесо — рельс) постоянно требует более мощных тяговых агрегатов и других компонентов. При этом для размещения оборудования под кузовом подвижного состава необходимо как можно более компактное исполнение размещаемых компонентов. Компактные разъемы Plug позволяют надежно передавать высокую электрическую мощность при минимальных монтажных размерах.

Штекерные разъемы выполняются с посеребренными контактами. Их дополнительное подпружинивание обеспечивает в течение длительного времени постоянное прижимное усилие в контакте, благодаря чему достигается низкое переходное сопротивление (менее 50 мкОм). Срок службы таких контактов оценивается в 30 лет и более.

С точки зрения надежности и эффективности технология Plug также соответствует высоким техническим стандартам поезда Coradia Lirex. Если при использовании обычных подключений с фарфоровыми проходными изоляторами и кабельными разделками требуется дополнительная защита от прикосновения, то разъемы Plug имеют надежную изоляцию. Даже при использовании резьбовых соединений необходимо вскрывать подключаемый прибор, чтобы подсоединить кабели. Это особенно нежелательно для таких чувствительных агрегатов, как тяговые преобразователи. При использовании соединительных Plug все компоненты системы оборудуют разъемами, позволяющими подключать приборы снаружи, т. е. без вскрытия кожуха. За счет этого четко определяются границы модульной системы даже при дополнении ее новыми компонентами.

Соединение разъемов не требует приложения больших усилий и может выполняться без использования какого-либо инструмента. Кодировка разъемов модульной кон-

струкции позволяет просто, быстро и надежно производить операции подключения и отключения. Вероятность неправильной разводки проводов при этом полностью исключается.

Новые возможности, предоставляемые системой Plug

В ходе совместных работ компаний Alstom LHB и Pfisterer стала очевидной возможность применения электрических соединений типа Plug во всех видах электрических цепей модульной системы, какой является поезд Coradia Lirex. Для реализации модульного принципа систем отопления вагонов и кондиционирования воздуха в пассажирских салонах был применен принцип поезда шины с разъемами типа Plug в каждом вагоне. Для этого компания Pfisterer разработала специальные угловые разъемы Plug P2 в двухпроводном исполнении. С помощью такого разъема подключаются сразу два кабеля: один служит для подвода тока, например к первому агрегату, а другой — к соседнему.

При такой схеме соединения требуется всего лишь один подвод питания для всех агрегатов системы отопления вагонов и кондиционирования воздуха. При выходе из строя одного из агрегатов он может быть отключен без нарушения работы других. Освобождающийся при этом разъем надежно закрывается изолированной заглушкой и остается в этом состоянии до ближайшей ревизии.

Благодаря такому решению, отвечающему запросам потребителей, первоначально предполагавшаяся область применения разъемов Plug была расширена. На поезде Coradia Lirex такие разъемы были введены для следующих систем, установленных на крыше:

- тяговый трансформатор (четыре угловых разъема P3 сечением

240 мм² и два угловых P2 сечением 70 мм²);

- системы отопления вагонов и кондиционирования воздуха (четыре угловых разъема P2 сечением 2 × 70 мм²);

- преобразователь собственных нужд (два угловых разъема P2 сечением 2 × 35 мм²).

Под кузовом смонтированы разъемы, подсоединяющие тяговые двигатели. Для каждого двигателя использованы шесть угловых разъемов типа P2 сечением 70 мм².

Таким образом, в общей сложности на каждом поезде установлено около 100 соединений, выполненных с использованием системы Plug. При общей численности парка поездов Coradia Lirex в Швеции, равной 71 ед., общее число таких разъемов превышает 7000 шт. На подвижном составе разъемы Plug используются для следующих целей:

- соединение между силовой электроникой тяговых преобразователей и тележками (тяговыми двигателями), между вагонными силовыми цепями;

- подключение кабелей линии постоянного тока к аккумуляторной батарее, тягового трансформатора, нагрузки к преобразователю собственных нужд, систем вентиляции, отопления вагонов и кондиционирования воздуха к питающей шине;

- подсоединение потребителей к системе бортового питания;

- подключение системы Powerpack на дизель-поездах с электрической передачей.

Первые поезда Coradia Lirex были введены в эксплуатацию транспортной компанией Стокгольма SL в августе 2005 г. После года эксплуатации некоторые поезда были снова подвергнуты стендовым ис-

пытаниям для подтверждения их пригодности к повседневной эксплуатации. Были тщательно проанализированы все узлы, особое внимание при этом уделялось признакам износа.

В процессе проведенных исследований было подтверждено высокое качество и надежность соединений Plug. Несмотря на суровые климатические условия Швеции, хорошо выдержали испытания штепсельные разъемы, установленные как под кузовом, так и на крыше вагонов. Проверялись сильно загрязненные разъемы тяговых двигателей, расположенные под кузовом. Проверка подтвердила их герметичность по отношению к твердым частицам и воде.

Результаты обследования еще раз подтвердили преимущества модульной концепции подвижного состава компании Alstom LHB и кабельной разводки с силовыми разъемами типа Plug: были убедительно доказаны потенциальные возможности снижения расходов в течение всего жизненного цикла. Демонтаж и установка исследуемых узлов не занимали много времени, обеспечивалась высокая надежность работы.

После успешного дебюта поездов Coradia Lirex в регионе Стокгольма последовали другие заказы. Транспортное предприятие Skånetrafiken, ответственное за региональные перевозки в южной Швеции, заказало компании Alstom LHB 49 четырехвагонных поездов Coradia Lirex на общую сумму 240 млн. евро, завершение поставок которых планировалось на второе полугодие 2009 г.

Модификация поезда Coradia Lirex, разработанного для Германии, соответствует требованиям МСЖД 5051/ЕВОС1 к габаритам



Рис. 2. Поезд серии BR 440 (фото: Alstom)

приближения строений. Первый заказ из Германии поступил в 2006 г. от компании DB Regio. Она заказала компании Alstom LHB 37 четырехвагонных региональных поездов Coradia Lirex (BR 440, рис. 2) на общую сумму 160 млн. евро с опционом еще на 42 поезда. Они также оборудованы разъемами типа Plug фирмы Pfisterer, область применения которых на этот раз расширена: такими разъемами оснащаются также кабели на выходе преобразователей, питающих вспомогательные приводы. Эти поезда предназначались для эксплуатации на линиях Мюнхен — Аугсбург — Ульм и Аугсбург — Донаувёрт — Ален/Тройхтлинген.

При дальнейшем развитии системы Plug будут также широко использоваться разъемы P1 для кабелей с поперечным сечением до 25 мм².

В настоящее время успешное сотрудничество компаний Alstom Transportation Deutschland и Pfisterer продолжается.

По материалам компаний Alstom Transportation Deutschland и Pfisterer.