

шие вреда окружающей среде при утилизации, и в то же время исключены такие материалы, как изоцианаты, фреон, полициклические ароматические углеводороды, мышьяк и мышьяковистые компаунды и другие, использование которых не допускается агентством по охране окружающей среды и национальной химической инспекцией Швеции.

Все это позволило Alstom Transport гарантировать поезду Х60 95 %-ный уровень рециклинга, причем аналогичные требования были выдвинуты и к поставщикам комплектующих изделий.

Особенности конструкции и оснащения

В шестивагонном сочлененном электропоезде серии Х60 применен фирменный тяговый привод типа ONIX с асинхронными тяговыми двигателями, рассчитанный на питание от системы электроснабжения переменного тока 15 кВ, 16,7 Гц. Для повышения надежности все тяговое электрооборудование разделено на три независимые группы и рассчитано

так, что нормальная работа привода не нарушается в случае отказа одной из групп.

В системе управления использован центральный микропроцессорный контроллер MPU с шинами WTB, MVB и FIP.

Прочность конструкции торцовых частей головных вагонов с деформируемыми элементами позволяет без разрушения поглощать энергию соударения при столкновении, равную 2,3 МДж.

Для повышения уровня комфорта поезд оснащен установками кондиционирования воздуха в пассажирских салонах и отдельными в кабинах управления. В каждом вагоне и в каждой кабине управления имеется туалет замкнутого типа.

Электропоезда серии Х60 строит завод Alstom Transport в Зальцгиттере (Германия). Ввод поездов в эксплуатацию начат осенью 2005 г., завершение поставок всех 55 поездов запланировано на февраль 2007 г.

C. Fischer. European Railway Review, 2005, № 3, p. 36 – 42.

Тележка для скоростных дизель-поездов

Завод в Граце (Австрия), ранее принадлежавший компании Simmering Graz Pauker, а ныне входящий в состав компании Siemens Transportation Systems, в течение 150 лет выпускает подвижной состав и комплектующие изделия его механической части в основном для железных дорог Австрии. Однако одной из его последних разработок является тележка для скоростных дизель-поездов семейства Desiro, которые Siemens TS строит для железных дорог Великобритании.

К работам над созданием тележек для скоростных и высокоскоростных электропоездов завод в Граце приступил в начале 1990-х годов, когда по заказу железных дорог Германии были созданы тележки для поездов ICE второго и третьего поколений, а затем и для поездов из вагонов с наклоняемыми кузовами. С течением времени завод стал головным предприятием Siemens TS по тележкам и по объему производства (до 3000 тележек в год) в настоящее время является крупнейшим в мире в данной специализации.

В то время как многие изготовители тележек в проектировании, изготовлении компонентов, сборке тележек и связанных с этим рисках в той или иной сте-

пени прибегают к услугам сторонних предприятий, завод в Граце предпочитает полностью полагаться на собственные производственные мощности и компетенцию своих специалистов и, соответственно, брать на себя всю ответственность за технико-эксплуатационные характеристики выпускаемых изделий. Это относится, в частности, к изготовлению наиболее важных компонентов — рам тележек и к выполнению самых ответственных работ — сварочных.

Многолетний опыт создания тележек для подвижного состава железных дорог многих стран мира с разными условиями эксплуатации, разработка программного обеспечения для автоматизированного проектирования тележек с учетом пожеланий заказчиков, точная оценка их прочностных и ходовых качеств на базе всесторонних стендовых и полигонных испытаний, а не одни только теоретические расчеты и построения считаются на заводе основополагающими факторами успешной работы, чего нельзя достичь, если просто собирать тележки из закупленных извне деталей и узлов. Поэтому руководство материнской компании Siemens TS предпочитает сосредоточивать весь процесс в одном месте и реализовать его на основе единой конструктивно-производственной концепции.



Рис. 1. Электропоезд серии 332 на станции Лондон-Паддингтон

Этому способствует наличие на заводе в Граце мощного проектно-конструкторского бюро с персоналом численностью более 150 чел., в своей работе сотрудничающего с различными научно-исследовательскими и учебными институтами, в частности с Технологическим университетом Граца и местными техническими колледжами, специалисты которых имеют высокую квалификацию в области железнодорожных технологий.

Выход на железные дороги Великобритании

Перед тем как приступить к работе над моторвагонными поездами семейства Desiro, компания Siemens TS уже поставляла подвижной состав разным компаниям-операторам железных дорог Великобритании и систем городского рельсового транспорта. Примером могут служить электропоезда серий 332 (Heathrow Express, рис. 1) и 333 (Northern Spirit), а также поезда трамвая Supertram для транспортной администрации Шеффилда (рис. 2).

Однако решающий выход на британский рынок был сделан, когда Siemens TS подписала соглашение с местной лизинговой компанией Angel Trains о совместной разработке, изготовлении и технической

эксплуатации семейства моторвагонных поездов, специально адаптированных к работе на сети железных дорог Великобритании. В основу была положена конструктивная концепция поездов Desiro, поэтому указанному семейству присвоили условное обозначение Desiro UK.

Начиная с 2000 г. Siemens TS получила заказы на электропоезда Desiro UK различных модификаций, в частности на поезда серий 350, 360, 444 и 450, рассчитанные на движение со скоростью до 200 км/ч.



Рис. 2. Поезд трамвая Supertram в Шеффилде



Рис. 3. Электропоезда серии 360 в Ипсвиче



Рис. 4. Электропоезда серий 444 и 450 в депо Клэзем

Первые электропоезда серии 360 (рис. 3) для компании-оператора First Great Western были введены в эксплуатацию летом 2003 г. За ними в 2004 г. последовали поезда серий 450 и 444 (рис. 4) для South West Trains и в июне 2005 г. — серии 350 для магистрали Западного побережья и серии 360-2 для сообщения Heathrow Connect.

В июле 2005 г. испытательный центр Siemens TS в Вегберг-Вильденрате покинул последний электропоезд серии 450. Теперь на железных дорогах Великобритании в эксплуатации находится парк моторвагонного подвижного состава семейства Desiro, в котором используются около 1800 тележек постройки завода в Граце. Эти поезда накопили суммарный пробег более 200 млн. км, и за истекшее время не было зафиксировано ни одного случая брака в поездной работе по причинам, связанным с состоянием тележек.

Создание новой тележки

Кроме того, Siemens TS получила впоследствии заказ компании First/Keolis на 51 трехвагонный дизель-поезд, предназначенный для обслуживания сообщения Trans-Pennine Express. Эти поезда должны

обладать большой мощностью, чтобы развивать достаточно высокую скорость и ускорение на линиях, отличающихся сложным профилем.

Для поездов, получивших серийное обозначение 185 (рис. 5), понадобились моторные и поддерживающие тележки новой конструкции, концептуальной основой которых послужили тележки электропоездов указанных выше серий. Разработка и изготовление тележек, которым присвоено типовое обозначение SF 5000 (рис. 6 и 7), были поручены заводу в Граце, а кузовов — заводу в Крефельде. Технические условия на тележки определил завод — изготовитель кузовов.

Стратегия проектирования и производства

Опыт постройки электропоездов пригодился при разработке стратегии проектирования тележек для дизель-поездов. При этом за основу были взяты ограничения, накладываемые стандартами железнодорожной безопасности железных дорог Великобритании (RGS).

В ходе проектирования ставилась задача обеспечения:

- соблюдения действующих на железных дорогах Великобритании габаритов;
- максимальной осевой нагрузки 18,5 т;
- максимальной эксплуатационной скорости 160 км/ч;
- безопасности при возвышении наружного рельса в кривых до 150 мм;
- безопасности в отношении схода с рельсов;
- высокого уровня ходовых характеристик;
- колесной базы 2600 мм;
- удобства размещения аппаратуры (в частности, датчиков) систем управления движением и автоблокировки TCA, AWS и TPWS;
- адаптации элементов конструкции к роботизированной сварке;
- высокой надежности за счет применения хорошо зарекомендовавших себя в эксплуатации узлов и деталей.

При проектировании рессорного подвешивания использована математическая модель MBS динамически связанной системы кузов — тележки, причем подмодель кузова со всем упруго подвешенным подкузовным оборудованием разработана в Крефельде, а тележки, включая оборудование тягового привода, — в Граце. В ходе моделирования изучалась, в частности, возможность максимальной механической развязки между кузовом и тележкой, предотвращения схождения витков пружин при их отклонении от оси и сохранения постоянства сопротивления тележки повороту относительно кузова.

По завершении проектирования подготовка к выпуску тележек типа SF 5000 велась примерно так же,

как и к выпуску тележек для электропоездов. При разработке технологических процессов использовались трехмерные модели 3D proE.

Как отмечено выше, в целях повышения качества и снижения стоимости изготовления на заводе в Граце особое внимание уделяется роботизации сварочных работ. Высокопроизводительные сварочные роботы обеспечивают в настоящее время до 70 % объема сварочных работ при изготовлении боковых рам тележек (в том числе за счет оптимизации их конструкции), в то время как ранее этот показатель составлял 30 %. Следует отметить, что общая длина сварных швов, выполняемых при изготовлении тележек на заводе в Граце, превышает 850 км в год.

Новшества коснулись и других технологических процессов. Так, механическая обработка всех посадочных мест боковой рамы тележки осуществляется с одной установки.

Для сборки тележек на заводе в Граце имеется специализированный производственный участок. Сюда подаются боковые рамы тележек и предварительно подобранные комплектующие изделия — шкворневые балки, колесные пары, компоненты тягового привода, тормозное оборудование. Служба логистики завода обеспечивает своевременную подачу комплектующих по возможности в собранном виде и подготовленными к сборке.

Собранные тележки перед подкаткой под кузова вагонов на специальном стенде проверяются на соответствие характеристик рессорного подвешивания массе тары конкретного кузова, которая бывает различной у разных вагонов.

Особенности конструкции

Конструкция новых тележек рассчитывалась исходя из осевой нагрузки 18,5 т, в то время как осевая нагрузка электропоездов не превышает 16,5 т. Следовательно, основные несущие узлы и детали были усилены.

От новых тележек требовалось также уменьшенное воздействие на путь, которое не превышало бы воздействия тележек более легкого подвижного состава, например дизель-поездов серии 158. Кроме того, при их проектировании было необходимо учитывать результаты последних исследований контактно-усталостных явлений при качении, выполненных совместно с Network Rail, компанией — провайдером инфраструктуры железных дорог Великобритании, с использованием вагона типа Mk3 в качестве объекта сравнения.

В соответствии с этим были выбраны характеристики жесткости пружин первой (буксовой) ступени рессорного подвешивания в продольном и поперечном направлении, обеспечившие хорошее вписывание в кривые и относительно малые боковые силы

во взаимодействии с путем без возрастания склонности к нежелательному вилянию.

Повышению плавности хода способствовало также применение пневматических баллонов во второй (центральной) ступени подвешивания. В качестве дополнительного воздушного резервуара использована полая шкворневая балка тележек, непосредственно соединенная с обоими баллонами. Характеристики этой ступени подвешивания контро-



Рис. 5. Первый дизель-поезд серии 185 в Вегберг-Вильденрате



Рис. 6. Тележка типа SF 5000 (вид сбоку)

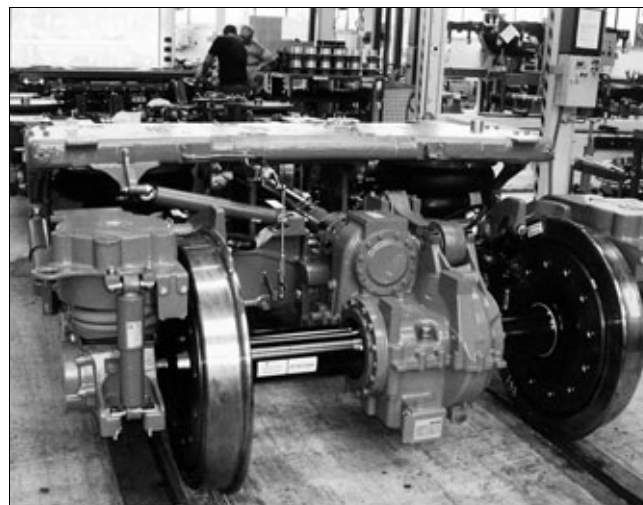


Рис. 7. Тележка типа SF 5000 (вид с торца)

лируются с помощью двухточечной системы выравнивания.

При разработке тележек одну из сложных задач представила интеграция тягового привода в конструкцию моторной тележки. Каждый вагон поезда серии 185 имеет собственный силовой агрегат (дизельный двигатель с гидравлической передачей), подвешенный под кузовом вагона. Крутящий момент от него передается посредством карданного вала на ведущую колесную пару тележки, а от нее через межосевой карданный вал — на ведомую. Таким образом, обе колесные пары являются обмоторенными.

Проблема состояла в том, чтобы провести межосевой вал от одной колесной пары к другой вдоль продольной оси тележки в стесненном другом оборудовании пространстве. Решение было найдено в пропуске вала через отверстие в центральном шкворне, чему благоприятствует вынесение наружу штанг, передающих тяговые и тормозные усилия от тележки к кузову и наоборот.

Испытания и сертификация

Испытания и сертификация тележек осуществлялись в ходе процедур, касающихся всего дизель-поезда серии 185, под руководством этими вопросами на железных дорогах Великобритании органа Vehicle Acceptance Body (VAB). Однако перед этим одна из боковых рам тележки серийного выпуска прошла ресурсные испытания в лаборатории структурно-прочностных испытаний компании Magna Powertrain в Штайре (Австрия).

Для испытаний и сертификации опытный поезд 185001 по завершении его сборки на заводе в Крефельде был направлен в испытательный центр компании Siemens TS в Вегберг-Вильденрате (Германия).

Сначала была проверена вся техническая документация. Затем были проведены статические (стендовые) испытания, в ходе которых проверены поколесные нагрузки, сопротивление тележек повороту вокруг вертикальной оси и характеристики рессорного подвешивания, в том числе на сопротивляемость боковой качке.

После этого состоялись ходовые испытания на экспериментальном полигоне центра при движении со скоростью до 160 км/ч, в ходе которых проверены динамические характеристики экипажа и соблюдение некоторых условий безопасности, в том числе в кривой с возвышением наружного рельса 275 мм.

Проверялось также соответствие поезда требованиям стандартов: немецких (при изготовлении), британских (в предвидении условий последующей эксплуатации) и европейского UIC 518.

Все эти испытания показали удовлетворительные результаты.

Завершающая стадия ходовых испытаний (в том числе на силовые аспекты взаимодействия подвижного состава и пути) и сертификации осуществлялась летом 2005 г. на линиях планируемой эксплуатации поезда в Великобритании.

К постепенному вводу дизель-поездов серии 185 в эксплуатацию взамен поездов серии 158 компания-оператор планирует приступить в начале 2006 г.

J. Hirtenlechner. European Railway Review, 2005, № 3, p. 93 – 98.

Измерительная система Quo Vadis

На железных дорогах Нидерландов внедрена и в течение последних 2 лет получила широкое распространение система Quo Vadis для взвешивания подвижного состава в движении. Число постов с аппаратурой этой системы, разработанной совместно компаниями ProRail (провайдером инфраструктуры), Baas R&D и NedTrain Consulting, к лету 2005 г. составило около 40 ед. По участкам, на которых размещены посты, проходят поезда, выполняющие до 80 % общего объема пассажирских и до 96 % грузовых перевозок железных дорог страны.

Создание системы Quo Vadis, осуществляющей мониторинг состояния инфраструктуры и обошед-

шейся в 3,5 млн. евро, было инициировано вступлением в силу директивы ЕС 2001/14. Директива предписывает, что базовые ставки платы компаний-операторов за пользование инфраструктурой должны определяться исходя из фактических расходов провайдера инфраструктуры на обслуживание движения поездов, текущее содержание и ремонт пути, искусственных сооружений и других постоянных устройств, зависящих от размеров поездной работы, грузо- и пассажирооборота, а также потребления энергии (иначе говоря, от общей нагрузки на инфраструктуру) по каждому пользователю. Для этого необходимо иметь точные сведения о том, какие поезда прошли по данному участку пути, какова их составность и масса, кому принадлежит подвижной со-