

И. П. КИСЕЛЁВ

Краткий обзор истории европейских высокоскоростных поездов. Часть 1

К итогам конгресса EurailSpeed 2005

С начала 1990-х годов Международный союз железных дорог (МСЖД) совместно с другими международными организациями, компаниями — операторами и изготовителями железнодорожной техники, а также транспортными структурами ЕС проводит европейские конгрессы по проблемам высокоскоростного железнодорожного движения (EurailSpeed). Одновременно организуются выставки новинок в данной области. Доля высокоскоростных магистралей (ВСМ) в общем объеме пассажирских перевозок пока невелика. Однако важно то, что они вобрала в себя самые передовые достижения в отраслях транспортного строительства, машиностроения, силовой электроники, компьютерных технологий, связи и многих других, определяющих лицо современного железнодорожного транспорта. Уже не одно десятилетие ВСМ являются, в сущности, «локомотивами» технического перевооружения железных дорог развитых стран.

Общая ситуация

Первый конгресс EurailSpeed прошел в 1992 г. в Брюсселе и собрал более 1800 участников из 43 стран. Следующие конгрессы состоялись в 1995 г. в Лилле (Франция), в 1998 г. в Берлине, в 2002 г. в Мадриде. Последний, 5-й конгресс EurailSpeed был проведен с 7 по 9 ноября 2005 г. в Милане (Италия). И в первом, и во всех последующих форумах по высокоскоростному движению принимали участие ученые, специалисты, политики не только Европы, но и США, стран Азиатско-Тихоокеанского региона, Южной Америки и Африки. Точности ради можно отметить, что в 1990 г. в Берлине МСЖД организовал семинар по высокоскоростному железнодорожному движению с участием представителей многих стран, на котором и было принято решение о необходимости проведения регулярных европейских конгрессов по данной проблематике.

Каждый из прошедших конгрессов был приурочен к важному событию, связанному с созданием высокоскоростных железнодорожных магистралей. Это во многом и определяло место очередного сбора. Так, берлинский конгресс 1998 г. знаменовался вво-

дом в обращение высокоскоростных поездов ICE1 и ICE2 на большом числе маршрутов, участникам мадридского конгресса 2002 г. был показан первый участок строящейся ВСМ Мадрид — Барселона. Не стал исключением и миланский конгресс 2005 г. — в Италии вскоре должно быть открыто движение по двум ВСМ: Рим — Неаполь и Турин — Милан, являющимся важными звеньями будущей высокоскоростной сети.

На конгрессах традиционно происходит презентация самых последних образцов высокоскоростного железнодорожного подвижного состава. Изюминкой конгресса 1998 г. был немецкий поезд ICE3, в 2002 г. было представлено новое поколение испанских поездов Talgo. Новую железнодорожную технику увидели участники и миланского конгресса.

В ходе пленарных, секционных заседаний и круглых столов конгресса был затронут широкий круг проблем развития скоростного и высокоскоростного железнодорожного движения в мире. Последнее десятилетие для многих стран Европы характеризуется приватизацией железных дорог, что серьезно повлияло на финансирование крупных проектов, к которым относятся и ВСМ. Если раньше их строительство обеспечивалось в основном государственным бюджетным финансированием, то в настоящее время активно привлекается частный капитал, средства региональных и местных бюджетов, используется схема государственно-частного партнерства. В условиях не самой лучшей экономической конъюнктуры последних лет реализуются около 10 европейских проектов ВСМ, хотя и с определенными задержками. В число стран с высокоскоростными железными дорогами вошли Великобритания, Республика Корея, буквально на подходе Китай (Тайвань), развивается сеть действующих высокоскоростных сообщений в Японии, Франции, Германии.

Общая протяженность ВСМ в мире в настоящее время составляет без малого 7000 км, в том числе 3750 км в Европе, причем высокоскоростные поезда обслуживают также полигон протяженностью около 20 тыс. км обычных железнодорожных линий, реконструированных под скоростное движение.

Ключевые технические проблемы ВСМ все больше концентрируются вокруг вопросов повышения

максимальной и маршрутной скорости с определением ее оптимального предела с позиций безопасности, привлекательности для пассажиров, энергетического баланса, капитальных вложений, эксплуатационных расходов, получения максимальных доходов, а также, что становится все более актуальным, охраны окружающей среды.

Если 30 лет назад одной из основных проблем, вокруг которой разворачивались дискуссии, была проблема тяги, иначе говоря, возможность традиционной системы колесо — рельс обеспечить в коммерческой эксплуатации скорость 250 км/ч, то сегодня нет сомнений в том, что технически и технологически достижима скорость 350 км/ч и более. Однако теперь на первый план выступает вопрос о том, какой ценой эта скорость будет реализована. Опубликованы данные о том, что при повышении скорости поездов от 300 до 350 км/ч в разы увеличивается потребление энергии, резко растут эксплуатационные расходы, все большее значение приобретает аэродинамика подвижного состава, причем на первый план выступает аспект излучения шума.

Безусловно, мировой опыт в области высокоскоростного железнодорожного движения очень важен для России. В конгрессе 2005 г., впервые за время их проведения, приняла участие большая группа специалистов, ученых и руководителей железнодорожного транспорта нашей страны.

На открытии конгресса с докладом выступил первый вице-президент ОАО «Российские железные дороги» В. Морозов. Он представил планы компании по развитию скоростного движения и перспективы организации высокоскоростных сообщений в России.

Параллельно с заседаниями конгресса работали две выставки. Экспозиция одной из них была развернута в павильонах комплекса Миланской ярмарки. Здесь на стендах, в моделях и на макетах были представлены достижения ведущих мировых компаний в области железнодорожной техники, связанной с освоением высоких скоростей.

Вторая выставка — высокоскоростного подвижного состава — разместилась на путях пассажирской станции Гарибальди, находящейся в центре Милана (рис. 1). Были представлены высокоскоростные поезда, в частности, серий 102 и 103 для Испании, двухсистемный поезд ETR 500 для Италии, реконструированный поезд TGV R (Франция), скоростной поезд Minuetto (Италия), измерительно-инспекционный поезд Archimede, предназначенный для комплексной проверки состояния инфраструктуры ВСМ, и ряд других.

Еще один весьма любопытный экспонат — полномасштабный макет головного вагона нового высокоскоростного поезда типа Pendolino с полной отделкой интерьеров был установлен на центральной



Рис. 1. Выставка подвижного состава на станции Милан-Гарибальди (фото: И. П. Киселёв)

площади Милана в специальном временном павильоне. Железнодорожные компании ряда стран и компании, выпускающие железнодорожную технику, широко используют подобную практику представления специалистам и общественности новых пассажирских вагонов, их интерьеров еще до постройки натуральных образцов. Во время таких показов собираются и анализируются отзывы посетителей об оформлении и освещении салонов и купе, размещении и удобстве посадочных мест и т. д. Это позволяет избежать дорогостоящих ошибок при реализации проектов «в металле» готового изделия.

В настоящее время высокоскоростной железнодорожный подвижной состав в мире серийно выпускается японскими (см. «Железные дороги мира», 2005, № 7, 8, 9) и рядом транснациональных компаний. На европейском высокоскоростном железнодорожном рынке продукции японских компаний пока нет.

О европейских поставщиках железнодорожного подвижного состава сегодня можно говорить с известной долей условности, так как крупнейшие компании, выпускающие локомотивы, вагоны, другую железнодорожную технику, превратились в транснациональные объединения, а ряд компаний за последние годы исчезли в результате поглощений. Так, компания Bombardier Transportation приобрела ABB и Adtranz, хорошо известная компания Fiat Ferroviaria, родоначальник технологии наклона кузовов подвижного состава, вошла в состав Alstom Transport. Активно действует на международном рынке, поставляя поезда во многие страны мира, компания Siemens Transportation Systems. В целом за последние 5 – 10 лет, по данным справочника Jane's Train Recognition Guide, были закрыты или сменили владельцев, как правило, растворившись в других компаниях, более 30 хорошо известных в прошлом поставщиков железнодорожного подвижного состава, среди которых Brel, DWA, Talbot, Duewag, Krauss-Maffei и др. Однако, несмотря на усиливающуюся глобализацию, национальные черты в облике и конструкции высокоско-



Рис. 2. Электропоезд ETR 200 (фото: FS)

ростных поездов пока еще в известной мере сохраняются.

Предлагаемый исторический обзор построен по странам. Его основой послужили материалы последнего и предыдущих конгрессов EurailSpeed, а также сведения, собранные в ряде стран Европы.

Италия

Начало пути

Мало кто помнит, что первый проект специализированной скоростной (или высокоскоростной по тем временам) железнодорожной магистрали зародился не в Японии или во Франции — признанных сегодня лидерах в этой области. На пороге XX в. о создании скоростной железной дороги заговорили именно в Италии. В 1905 – 1907 гг. был подготовлен план развития существующего железнодорожного коридора Милан — Болонья — Флоренция — Рим — Неаполь. Предполагалось построить на указанном направлении несколько новых спрямляющих линий с таким расчетом, чтобы создать магистраль, рассчитанную на скоростное движение. Эта магистраль получила название Direttissima от итальянского diretta (прямая).

В 1913 г. начались строительные работы на головном участке Болонья — Флоренция. Прерванные Первой мировой войной, они были продолжены в 1920-е годы и завершены к 1934 г.

К началу Второй мировой войны итальянские специалисты добились заметных успехов в создании скоростного подвижного состава. Так, 20 июля 1939 г. при участии министра транспорта и большой группы журналистов была организована опытная поездка электропоезда серии **ETR 200** (рис. 2) по линии Direttissima от Флоренции до Милана.

Трехвагонный поезд постоянного тока ETR 200 массой 110 т имел суммарную продолжительную мощность тяговых электродвигателей 1100 кВт. Она была увеличена во время экспериментальной поездки путем повышения напряжения в контактной сети с 3 до 4 кВ. Весь путь длиной 314 км поезд прошел за 1 ч 55 мин с маршрутной скоростью 164 км/ч. До ввода в эксплуатацию поездов Синкансен на линии Токио — Осака (Япония) в 1964 г. это была максимальная маршрутная скорость, достигнутая где-либо в мире на столь протяженном участке. Во время рейса была достигнута максимальная скорость 202,8 км/ч.

Несмотря на значительные разрушения в период Второй мировой войны, восстановленные железные дороги Италии (FS) к середине 1950-х годов имели достаточно высокое техническое оснащение.

В начале 1960-х годов FS подошли к реализации проекта своей первой ВСМ, но осуществлялся он мучительно долго, с 1968 по 1991 г. Сооружение но-

вой линии Direttissima Рим — Флоренция, рассчитанной на движение со скоростью до 250 км/ч, было начато раньше, чем линий TGV во Франции, однако еще до завершения строительства она, увы, устарела по ряду технических параметров. Инфраструктура линии, прежде всего путь, а также электрификация на постоянном токе 3 кВ уже никак не соответствуют современным представлениям. Кстати, намечено к 2008 г. перевести эту ВСМ на переменный ток 25 кВ, 50 Гц.

В 1986 г. в Италии была разработана программа создания сети ВСМ, включающая строительство линий суммарной протяженностью около 1100 км. Их начертание на карте страны имеет вид буквы Т, верхнюю «перекладину» которой образует направление Турин — Милан — Венеция, а «ножку» — направление Милан — Болонья — Флоренция — Рим — Неаполь. Таким образом, высокоскоростной сетью будут соединены практически все крупные города страны.

Новые ВСМ, рассчитанные на движение с максимальной скоростью 300 км/ч, проектируют с кривыми минимальным радиусом 5450 м и уклонами предельной крутизны 15 ‰, электрифицируют на переменном токе.

К настоящему времени готовы линии Рим — Неаполь длиной 205 км (открытие запланировано на конец 2005 г.) и Турин — Милан длиной 125 км (участок Турин — Новара, длина которого составляет примерно 2/3 общей, должен быть открыт в первой половине 2006 г.). Завершение создания планируемой сети ВСМ намечено на конец первого десятилетия текущего столетия.

К настоящему времени в Италии создан подвижной состав для высокоскоростного движения. Первые шаги в этом направлении были сделаны еще в 1950-х годах. В 1953 г. были построены три семивагонных электропоезда **ETR 300 Settebello** из вагонов класса «люкс» (рис. 3). Эти поезда предназначались для линий, электрифицированных на постоянном токе 3 кВ, и развивали технические идеи, заложенные в довоенном поезде ETR 200.

Поезд ETR 300 имел довольно сложную конфигурацию, включавшую как обычные, так и сочлененные вагоны. Они располагались симметрично по отношению к центральному и были объединены в три секции: две крайние двухвагонные и центральную трехвагонную. Две пары крайних вагонов поезда — головных и смежных с ними были сочлененными с общими промежуточными тележками. Центральный



Рис. 3. Электропоезд ETR 300

вагон поезда был сочленен с двумя смежными, образуя трехвагонную секцию. Всего в поезде было 10 двухосных тележек, из них шесть моторных и четыре промежуточных поддерживающих. Двенадцать тяговых двигателей продолжительной мощностью 187 кВт (всего 2244 кВт) позволяли разгонять поезд до максимальной скорости 200 км/ч.

Вагоны отличались высоким качеством отделки интерьеров. Как и в японских скоростных поездах серии 481, кабина управления поезда ETR 300 была поднята на уровень второго этажа. На первом этаже обоих концевых вагонов располагались салоны-люксы с лобовыми панорамными окнами. Поезда Settebello во многом стали предвестниками европейских комфортабельных поездов-экспрессов нового типа для дневных поездок в вагонах с местами для сидения.

В тот же период были выпущены электропоезда серии **Ale 601**. Они формировались из трех моторных вагонов и имели несколько модификаций, различавшихся числом мест первого и второго класса. В вагонах как первого, так и второго класса обеспечивался высокий уровень комфорта, они были оснащены кондиционерами воздуха, что представляло еще относительно редкое явление в те годы на железных дорогах Европы. В 1963 г. во время опытной поездки на линии Рим — Пиза поезд Ale 601 кратковременно развил скорость 270 км/ч.

Поезда семейства Pendolino

В 1950 — 1960-х годах на железных дорогах многих стран с целью увеличения скорости движения поездов без ухудшения комфорта для пассажиров по параметру непогашенного бокового ускорения в кривых предпринимались попытки реализации проектов вагонов с наклоняемыми кузовами. В 1972 г.



Рис. 4. Электропоезд ETR 401 (фото: Fiat Ferroviaria)

компания Fiat Ferroviaria выполнила во многих отношениях пионерную разработку, создав опытный электровагон с активной системой наклона кузова в кривых.

Для наклона кузова вагона, изготовленного из легких сплавов и имевшего массу 6,6 т, применен электрогидравлический привод. Тяговые двигатели были подвешены к кузову, крутящий момент передавался на внутренние колесные пары двухосных тележек через карданные валы.

По результатам испытаний опытного вагона технические решения уточнили, и в 1974 г. был изготовлен четырехвагонный поезд **ETR 401 Pendolino** (маятник, ит.; рис. 4).

Поезд состоял из четырех моторных вагонов на двухосных тележках, каждая из которых имела одну движущую колесную пару (внутреннюю по отношению к центру вагона). Осевая нагрузка при полной населенности поезда была равна 11 т. В поезде использовались тяговые двигатели постоянного тока последовательного возбуждения на максимальное напряжение 1,5 кВ. Регулирование частоты вращения осуществлялось пусковыми резисторами при последовательно-параллельном соединении тяговых



Рис. 5. Электропоезд ETR 450 (фото: Fiat Ferroviaria)

двигателей. Конструкционная скорость поезда составляла 250 км/ч, пассажироместность — 171 чел.

Основной технической новинкой поезда ETR 401 была система маятниковой подвески кузовов вагонов с устройством их принудительного наклона на нужный угол в кривых. Механизмы привода наклона кузовов управлялись с помощью датчика, расположенного на первой по направлению движения тележке поезда. Исходным параметром для задания величины угла наклона являлось некомпенсированное центробежное ускорение, которое определялось как функция скорости и возвышения наружного рельса кривой.

Для исключения слишком резкого наклона кузова система измерения ускорения дублировалась гироскопическим устройством. В системе управления сервоприводами происходило сравнение и усреднение задаваемых углов наклона кузова, получаемых от разных датчиков, и с помощью отрицательной обратной связи наклон прекращался по достижении заданного угла.

Крепление токоприемников на вагонах было устроено так, что положение каретки с контактным ползком не зависело от наклона кузова.

В 1976 г. поезд был введен в регулярную эксплуатацию на линии Рим — Анкона, проходящей по сильно пересеченной местности и изобилующей кривыми малого радиуса. К 1985 г. после почти десятилетнего срока вполне успешной эксплуатации поездов ETR 401 были сформулированы технические требования на новый поезд, получивший серийное обозначение **ETR 450** (рис. 5). В мае 1985 г. Fiat Ferroviaria получила заказ на четыре поезда новой серии.

Электропоезд ETR 450 состоит из 11 вагонов, 10 из которых моторные. Так же, как и у ETR 401, моторные вагоны поезда имеют по две движущие колесные пары, каждая с приводом от тягового двигателя, подвешенного к кузову вагона. Вагоны объединены попарно в секции, каждая из которых имеет полный комплект тягового электрооборудования, включающего токоприемник, входной фильтр, два преобразователя (по одному на вагон), от которых питаются по два тяговых двигателя. Величину напряжения, подаваемого на тяговые двигатели, регулирует импульсный преобразователь.

Механическая часть поезда ETR 450 и система наклона кузовов вагонов близки по конструкции к предшествующей модели. Кузов вагона опирается на тележки через две группы центральных цилиндрических пружин. Устройство наклона кузова не претерпело существенных изменений.

Кузова вагонов поезда ETR 450 имеют сварной каркас и обшивку из легких сплавов. Большое внимание уделено звуко- и теплоизоляции. Настил пола и внутренняя обшивка стенок не имеют металлических соединений с наружными элементами, чем

исключается образование так называемых термических мостиков. Внешний вид вагонов поезда также практически не отличается от поезда ETR 401.

Места для пассажиров расположены в открытых салонах, кресла расставлены по схеме 2 + 1. В центре состава расположен прицепной вагон с рестораном (буфетом), кухней, телефонной кабиной, киоском для продажи газет и товаров дорожного ассортимента. Все вагоны оснащены установками кондиционирования воздуха и туалетами замкнутой системы с химической очисткой.

Подобный поезд с несколько измененным наружным дизайном поставлялся также на железные дороги Германии под обозначением VT 610.

Третьим поколением поездов Pendolino стал поезд **ETR 460** (рис. 6), созданный в 1992 г. Поезда ETR 460 в том виде, в каком их поставляют железным дорогам Италии, имеют конструкционную скорость 250 км/ч и состоят из девяти вагонов (шести моторных, объединенных в секции по два вагона, и трех прицепных). Четыре тяговых двигателя каждой секции питаются от одного комплекта преобразовательного оборудования. Концевые вагоны с кабинами управления являются прицепными. Еще один прицепной вагон-ресторан с баром и кухней помещается в середине состава, отделяя три вагона первого класса от пяти вагонов второго. Увеличенная по сравнению с поездом ETR 450 ширина верхней части кузовов вагонов позволила в салонах второго класса расставить по четыре кресла в ряд по схеме 2 + 2. Всего в поезде 456 мест, в том числе 137 первого класса.

По сравнению с предшествующими моделями значительно изменился внешний облик нового поезда. Его дизайн, как и последующих поездов этого класса (ETR 470, S 220 и др.), разработан известным итальянским промышленным художником Дж. Гуджаро (G. Guggiario). Кузова вагонов изготовлены из длинномерных (во всю длину вагона) экструдированных профилей из легкого алюминиевого сплава. Обтекатели головных вагонов выполнены из композитных материалов. Моторная тележка поезда ETR 460 выполнена по той же схеме, что и в предыдущей модели. Одна колесная пара тележки является движущей, вторая — поддерживающей. На поддерживающей оси установлены три тормозных диска, на ведущей — редуктор и два тормозных диска.

Отличительной особенностью тележки является крепление буксовых узлов, позволяющее осям колес-



Рис. 6. Электропоезд ETR 460 (фото: И. П. Киселёв)

ных пар устанавливаться по радиусу кривых, что снижает сопротивление движению, уменьшает подрез гребней колес и повышает комфортность поездки.

Управление системой наклона кузова улучшено за счет использования микропроцессорных устройств. Сам механизм наклона с помощью гидроцилиндров и маятниковой подвески является развитием идей предыдущих моделей.

Тяговое оборудование включает преобразователи на ГТО-тиристорах, питающихся от контактной сети постоянного тока 3 кВ и подающих напряжение, регулируемое по частоте и амплитуде, на тяговые асинхронные двигатели. Продолжительная мощность каждого двигателя равна 500 кВт, всего поезда — 6000 кВт.

Во всех поездах последних моделей расширен диапазон услуг, предоставляемых пассажирам. Имеются места бизнес-класса, рассчитанные на подключение компьютеров, специальные купе и туалеты для лиц с ограниченными физическими возможностями, пользующихся инвалидными колясками. Все пассажирские кресла оснащены розетками и наушниками для прослушивания музыкальных программ.

Поезд **ETR 470** (рис. 7), созданный для трансальпийского маршрута Cisalpino, соединяющего Италию со Швейцарией, рассчитан на движение с максимальной скоростью 200 км/ч и имеет такую же схему формирования, как и ETR 460: девять вагонов, из которых шесть моторные. Принципиальным отличием от поезда ETR 460 является тяговое оборудование на две системы электроснабжения: 3 кВ постоянного и 15 кВ, 16,7 Гц переменного тока.

Электротяговое оборудование включает два главных трансформатора и четыре преобразователя на ГТО-тиристорах. От каждого преобразователя пита-



Рис. 7. Электропоезд ETR 470 (фото: И. П. Киселёв)



Рис. 8. Электропоезд Alaris (фото: И. П. Киселёв)



Рис. 9. Полномасштабный макет головного вагона перспективного поезда Pendolino (фото: Alstom)

ются два тяговых двигателя одного вагона. Тяговые двигатели — асинхронные продолжительной мощностью 500 кВт, общая мощность поезда — 6000 кВт.

Пассажирам созданы комфортные условия для проезда в вагонах первого и второго класса. Возможны варианты формирования поезда из вагонов разной классности, при этом общее число мест колеблется от 287 до 481.

В Италии строят также поезда семейства Pendolino на экспорт (примечательно, что теперь их изготовителем считается компания Alstom Transport со штаб-квартирой в Париже, купившая технологии и производственные мощности Fiat Ferroviaria).

По заказу железных дорог Финляндии для линий колеи 1524 мм, электрифицированных на переменном токе 25 кВ, 50 Гц, создан поезд S 220 с конструкционной скоростью 220 км/ч.

Поезд состоит из шести вагонов, четыре из которых моторные. Вагоны имеют большую ширину и высоту по сравнению с предыдущими моделями. Моторные вагоны попарно объединены в секции. Два прицепных вагона расположены в середине состава, на них размещены токоприемники, высоковольтное оборудование и главные трансформаторы. Суммарная продолжительная мощность поезда равна 4000 кВт.

Тележки поезда S 220 аналогичны тележкам поезда ETR 460, но имеют иные габаритные параметры, обусловленные более широкой колеей. Поезд рассчитан на эксплуатацию при температуре наружного воздуха от +35 до -45 °С. Ряд его узлов усилен исходя из суровых климатических условий.

Для линий железных дорог Испании с колеей 1668 мм создан поезд серии 490 Alaris (рис. 8), близкий по конструкции к ETR 460 и 470, для линий нормальной колеи железных дорог Португалии — СРА 4000, для железных дорог Словении — ETR 310, для железных дорог Чехии — ČDT 680.

Для компании-оператора Virgin Trains разработан поезд серии 390, отличающийся весьма своеобразным внешним видом и предназначенный для эксплуатации на реконструируемой магистрали Западного побережья железных дорог Великобритании.

На миланском конгрессе EurailSpeed 2005 компания Alstom представила проект перспективного поезда Pendolino, рассчитанного на движение с максимальной скоростью 250 км/ч. Поезд состоит из семи вагонов, четыре из которых моторные. Кузова изготовлены из длинномерных экструдированных панелей из легких сплавов на основе алюминия. Два вагона первого класса отделены от четырех вагонов второго класса вагоном-буфетом. Принципиальных технических нововведений в конструкции поезда, в том числе в системе наклона кузовов вагонов, судя по опубликованным материалам, нет, но его дизайн существенно обновлен. Полномасштабный макет головного вагона этого поезда, как отмечено выше, был выставлен в центре Милана (рис. 9).

Двухсистемный поезд предназначен для компании Trenitalia, оператора железных дорог Италии, и рассчитан на питание постоянным током 3 кВ и переменным током 25 кВ, 50 Гц. Каждый моторный вагон оснащен главным трансформатором и преобразователем мощностью 1400 кВт на базе IGBT-транзисторов (6,5 кВ) с водяным охлаждением. Так же, как и в поездах Pendolino предыдущих моделей, крутящий момент передается от подвешенного на кузове тягового двигателя на одну внутреннюю колесную пару тележки через карданный вал.

Модификация поезда для сообщения Cisalpino (Италия — Швейцария) рассчитана еще и на третью систему питания переменного тока 15 кВ, 16,7 Гц. В состав этих поездов вместо вагона-буфета будут ставить вагон-ресторан.

Высокоскоростной поезд ETR 500

В 1985 г. руководство железных дорог Италии приняло решение о создании принципиально нового высокоскоростного поезда без наклона кузовов вагонов, предназначенного для эксплуатации как на обычных железнодорожных линиях, так и на ВСМ со скоростью до 300 км/ч.

Разработку поезда выполняли совместно проектно-конструкторское бюро службы тяги FS и консорциум в составе компаний Adtranz (ныне Bombardier), AnsaldoBreda, Fiat Ferroviaria (ныне Alstom), Firema и других.

В ходе предпроектных исследований рассматривались следующие концептуальные варианты поезда:

- с сосредоточенной тягой (локомотивный вариант) и прицепными вагонами на обычных независимых двухосных тележках;
- с распределенной тягой (моторвагонный вариант);
- с сочлененными вагонами на общих промежуточных тележках для смежных вагонов (как в поездах TGV).

Остановились на варианте электропоезда с двумя концевыми моторными (без мест для пассажиров) и

промежуточными прицепными вагонами с индивидуальными тележками. Следует иметь в виду, что под термином «моторный вагон» применительно к многим современным европейским высокоскоростным электропоездам в отличие от отечественной практики понимается, в сущности, электровоз, по габаритам и внешнему дизайну подобный прицепным вагонам и не отцепляемый от состава постоянного формирования.

К решению использовать вариант сосредоточенной тяги, видимо, подтолкнуло наличие к тому времени в Италии хорошо зарекомендовавшего себя в эксплуатации электровоза серии E 404 с асинхронным тяговым приводом.

В сентябре 1986 г. консорциум получил заказ и к апрелю 1988 г. изготовил первый опытный поезд, получивший обозначение ETR X 500 и состоявший из моторного вагона и прицепного вагона-лаборатории. Целью создания этого усеченного варианта была отработка механического и электротягового оборудования.

Опытные поездки проводили на специальном скоростном участке длиной 38 км между станциями Модена и Мантуя. В июне 1989 г. на линии Direttissima Рим — Флоренция поезд ETR X 500 установил рекорд скорости для железных дорог Италии — 316 км/ч.

В первой половине 1988 г. FS заказали два предсерийных поезда ETR Y 500, каждый из которых состоял из двух моторных и десяти промежуточных прицепных вагонов. В 1990 — 1992 гг. эти поезда прошли большой комплекс испытаний, в том числе при движении со скоростью 300 км/ч, а также совершили между Римом и Флоренцией ряд коммерческих поездок с пассажирами. Исходя из положительных результатов испытаний, в 1992 г. была заказана первая партия из 30 поездов.

Серийный поезд ETR 500 (рис. 10) состоит из двух концевых моторных и 11 прицепных вагонов, число которых, впрочем, может изменяться от восьми до 14.



Рис. 10. Односистемный электропоезд ETR 500

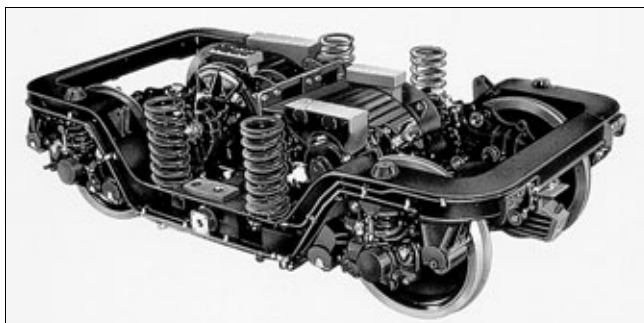


Рис. 11. Тележка моторного вагона поезда ETR 500
(фото: AnsaldoBreda)



Рис. 12. Тележка прицепного вагона поезда ETR 500
(фото: И. П. Киселёв)

Кузова моторных вагонов имеют каркас, изготовленный из конструкционной стали и обшитый панелями из алюминиевого сплава. Тележки (рис. 11) выполнены со сварными стальными рамами, в центральном и первичном подвешивании применены винтовые пружины. Тяговые электродвигатели прикреплены к раме кузова, крутящий момент передается на колесные пары через полые коаксиальные валы.



Рис. 13. Интерьер одного из вагонов поезда ETR 500
(фото: И. П. Киселёв)

Кузова прицепных вагонов изготовлены из длиномерных экструдированных панелей из алюминиевого сплава. Тележки (рис. 12) имеют буксы поводкового типа, в первичном и центральном подвешивании применены винтовые пружины и гидравлические гасители колебаний. На каждой оси установлены три тормозных диска.

Электросиловая схема односистемного моторного вагона включает в себя входной фильтр, входной преобразователь, промежуточный фильтр и инверторы, от которых питаются два асинхронных тяговых двигателя одной тележки. Автономные инверторы напряжения выполнены на базе GTO-тиристоров с масляным охлаждением. Оборудование электродинамического тормоза состоит из двух тормозных резисторов, тормозная сила регулируется импульсным прерывателем.

В 1998 г. был разработан также поезд ETR 500 в двухсистемном варианте, рассчитанный на питание как постоянным током 3 кВ, так и переменным током 25 кВ, 50 Гц. В сентябре 2005 г. на вновь построенной ВСМ Рим — Неаполь двухсистемный ETR 500 № 31 развил рекордную скорость 348,5 км/ч.

На выставке, приуроченной к миланскому конгрессу, двухсистемный поезд ETR 500 был представлен с обновленной отделкой интерьеров (рис. 13). В салонах первого класса установлены кресла, обитые высококачественным кожзаменителем. В поезде есть купе-люкс на четырех пассажиров, а также специальные места для работы с персональными компьютерами.

Измерительно-инспекционный поезд Archimede

Известно, что безопасная и бесперебойная эксплуатация высокоскоростных линий базируется на постоянном контроле состояния всех элементов инфраструктуры и подвижного состава. К настоящему времени в Японии для ВСМ уже созданы измерительно-инспекционные поезда трех поколений. Свою новинку — измерительно-инспекционный поезд Archimede (рис. 14) продемонстрировали на выставке в Милане железные дороги Италии. Поезд постоянного формирования состоит из двухсистемного (3 кВ постоянного и 25 кВ, 50 Гц переменного тока) электровоза серии E402 и пяти вагонов с измерительной аппаратурой. Размещенное в вагонах поезда оборудование позволяет при движении со скоростью до 200 км/ч измерять геометрические параметры рельсового пути (в плане и профиле) и контактной сети, напряжение в сети, а также ряд параметров систем автоматики, телемеханики и связи. Информация поступает в компьютерную систему поезда и анализируется в реальном времени уже в процессе инспекционной поездки, а также записывается для последующего анализа. В одном из ваго-

нов оборудована наблюдательная кабина для контроля состояния контактной сети (рис. 15), имеется также зал для проведения совещаний и бытовой комплекс.

Франция

История

В предвоенные годы железные дороги Франции не были в числе лидирующих по организации скоростного движения. Парадокс заключался в том, что, имея неплохие технические средства для движения с высокой скоростью, например скоростные тепловозы серии 262BDI, автомотрисы Bugatti и др., железные дороги должны были следовать требованиям закона, который ограничивал предельную скорость движения поездов 120 км/ч. В то же время (в конце 1930-х годов) многие поезда в Великобритании имели графиковую скорость 145 км/ч, дневные дизельные экспрессы в Германии и США — 160 км/ч.

Указанное ограничение было отменено во Франции только в начале 1950-х годов, когда в основном завершилось восстановление железнодорожного транспорта, разрушенного в период Второй мировой войны.

В 1954 г. начались скоростные испытания в целях выявления возможностей электрической тяги. В феврале этого года во время экспериментальной поездки с электровозом постоянного тока серии СС 7100 на участке длиной 36,9 км линии Париж — Лион была достигнута скорость 243 км/ч.

В марте 1955 г. опытные поезда с электровозами ВВ 9000 (четырёхосным) и СС 7100 (шестиосным) последовательно (с интервалом в один день) превысили отметку 300 км/ч, развив в рекордных поездках одну и ту же скорость 331 км/ч.

В 1967 г. на линии Париж — Тулуза был введен в обращение скоростной поезд *Capitole* на локомотивной тяге (рис. 16), который на отдельных участках достигал скорости 200 км/ч и являлся в то время самым быстрым в Европе.

С 1968 г. во Франции началось планомерное осуществление масштабной программы создания сети высокоскоростных железнодорожных сообщений с магистральными линиями, рассчитанными на движение со скоростью до 300 км/ч.

Необходимо отметить, что реализация программы осуществлялась в условиях жесткой конкуренции с создателями нетрадиционных скоростных сухопутных транспортных систем. Так, правительство страны в этот период финансировало из государственного бюджета работы инженера Ж. Бертена (J. Bertin) по созданию высокоскоростного поезда *Aerotrain* (аэропоезд, фр.) на воздушной подушке. Эти работы продолжались до середины 1970-х годов. Были достиг-



Рис. 14. Измерительно-инспекционный поезд Archimede (фото: И. П. Киселёв)



Рис. 15. Кабина поезда Archimede для наблюдения за состоянием контактной сети (фото: И. П. Киселёв)

нуты вполне приличные результаты: 5 марта 1974 г. *Aerotrain I80 HV* в поездке на опытном участке монорельсовой дороги длиной 18 км вблизи Орлеана установил рекорд скорости 430,4 км/ч.

Однако вскоре эти эксперименты были прекращены. К тому времени Национальное общество железных дорог Франции (SNCF) добилось ощутимых результатов с поездами, получившими назва-



Рис. 16. Скоростной поезд Capitole (фото: SNCF)



Рис. 17. Газотурбинный поезд ETG

ние TGV (Train à Grande Vitesse, высокоскоростной поезд, фр.).

На основе исследований и испытаний в 1976 г. была закончена разработка проекта первой французской ВСМ TGV Sud-est (Юго-восток, фр.) длиной 410 км Париж — Лион, строительство которой завершилось в 1981 г.

В 1989 г. была построена вторая ВСМ TGV Atlantique (Атлантическая, фр.) длиной 490 км Париж — Ле-Ман — Нант/Рен, рассчитанная на движение поездов со скоростью до 350 км/ч. Затем были введены в эксплуатацию магистрали TGV Nord (Север, фр.) длиной 332 км в направлении Бельгии и тоннеля под Ла-Маншем, TGV Réseau (Сеть, фр.) длиной 102 км вокруг Парижа, которая связала в единую сеть высокоскоростные линии Франции и ряда других стран, а также TGV Rhône-Alpes (Рона — Альпы, фр.) длиной 122 км Лион — Валанс. В 2001 г. завершено строительство TGV Méditerranée (Средиземноморская, фр.) длиной 250 км от Валанса до Марселя. С открытием этой ВСМ создан непрерывный коридор для движения поездов семейства TGV по специализированным магистралям через всю страну от Ла-Манша до Средиземного моря (в мае 2001 г. по-



Рис. 18. Газотурбинный поезд TGV 001

езд TGV R преодолел по этому коридору расстояние 1067 км от Кале до Марселя за 3 ч 29 мин, установив новый рекорд маршрутной скорости). В дальнейшем планируется продолжить TGV Méditerranée на 45 км до Монпелье, а затем далее до границы с Испанией для соединения со строящейся в Испании ВСМ Мадрид — Барселона — граница с Францией. В настоящее время строится TGV Est (Восток, фр.) длиной 406 км от Парижа в направлении Страсбура, которую впоследствии намечено продолжить в Германию.

Общая протяженность ВСМ Франции приближается к 2000 км. Однако поезда TGV обращаются также по маршрутам общей длиной более 6000 км, проходящим и по обычным (не высокоскоростным) реконструированным линиям.

Поезда семейства TGV

Опытные поезда. Первоначально идея создания высокоскоростных поездов базировалась на популярной в свое время идее использования газотурбинного двигателя, которая позволяла реализовать высокоскоростное движение без больших дополнительных капитальных вложений, неизбежных при электрификации. Жидкое топливо в этот период было относительно дешево, а Франция располагала легкими и надежными авиационными газотурбинными двигателями.

В 1967 г. SNCF ввело в эксплуатацию на маршруте Париж — Шербур газотурбопоезд ETG (Élément à Turbine à Gaz, газотурбинная секция, фр.; рис. 17), который рассматривался как прототип поезда TGV. Поезд разрабатывался в рамках совместного проекта SNCF и ряда крупных французских компаний, который был направлен на изучение возможностей рельсового транспорта и новой инфраструктуры.

В 1972 г. был построен экспериментальный газотурбинный поезд TGV 001 (рис. 18), состоявший из двух концевых вагонов, оснащенных газотурбинными силовыми установками, и трех промежуточных моторных вагонов. Тяговые двигатели моторных вагонов получали питание от генераторов, приводимых во вращение турбинами концевых вагонов. При этом применялись вертолетные турбины — вначале типа TURMO III G, затем TURMO X.

Поезд представлял собой нерасцепляемую единицу из сочлененных вагонов, опирающихся на промежуточные тележки с оригинальной системой вторичного пневматического подвешивания.

В 1972 г. поезд TGV 001 совершил ряд экспериментальных поездок и 8 декабря того же года установил рекорд скорости 318 км/ч. К середине 1973 г. поезд накопил уже более 125 тыс. км пробега, из них более 350 км со скоростью, превышавшей 300 км/ч.

Мировой нефтяной кризис 1973 — 1975 гг. перечеркнул идею создания высокоскоростных поездов с

автономной тягой на жидком топливе. Дальнейшие работы проводились в рамках создания нового высокоскоростного электроподвижного состава, в конструкции которого были в максимальной мере применены инженерно-технические решения, хорошо зарекомендовавшие себя в опытном поезде TGV 001.

В мае 1974 г. SNCF начало испытания электровагона Z 7001 (рис. 19), на котором в продолжительном режиме эксплуатации была опробована концепция использования тяговых двигателей, подвешенных к кузову вагона, и передачи крутящего момента через два редуктора и поперечный раздвижной карданный вал. Помимо вагона Z 7001, большой объем экспериментальных данных был получен на электровозах серий CC 21000 и BB 22200, а также на втором газотурбинном поезде RTG 01, на котором испытывались узлы подвешивания прицепных вагонов.

Проведенные исследования позволили подтвердить основные параметры и общую конфигурацию будущего высокоскоростного поезда TGV с двумя моторными (без мест для пассажиров) вагонами по концам и восемь сочлененными прицепными промежуточными пассажирскими вагонами. На обоих концах поезда предусмотрено иметь по шесть обмоточных колесных пар (четыре моторного вагона и две ближайшей к нему тележки смежного промежуточного вагона), т. е. всего 12 обмоточных колесных пар. Все электротяговое оборудование должно быть сосредоточено в моторных вагонах, за исключением тяговых двигателей на промежуточных вагонах, смежных с моторными.

В 1976 г. SNCF выдало компании GEC Alstom (ныне Alstom) заказ на два опытных электропоезда TGV, которые были изготовлены к концу 1978 г., а в ноябре того же года, еще до завершения постройки опытных поездов, заказало для первой ВСМ партию из 85 серийных поездов, получивших обозначение TGV PSE (Paris — Sud-est, Париж — Юго-восток, фр.; рис. 20). В декабре 1978 г. один из опытных поездов развил скорость 280 км/ч.

К концу 1976 г. общий пробег газотурбопоезда TGV 001 превысил 450 тыс. км, что подтвердило правильность технических идей, заложенных в конструкции ходовой части.

Поезд TGV Paris — Sud-est. В сентябре 1980 г. первый серийный поезд TGV PSE начал пробные поездки на вновь построенном высокоскоростном участке ВСМ Париж — Лион, к концу года обкатку проходили уже 40 серийных поездов.

В 1981 г. поезд TGV PSE № 16 совершил ряд экспериментальных поездок и 26 февраля того же года установил рекорд скорости 380 км/ч. Многие мировые телевизионные каналы показали в программах новостей кинокадры, на которых было запечатлено, как электропоезд TGV обгоняет транспортный самолет.



Рис. 19. Опытный электровагон Z 7001



Рис. 20. Электропоезд TGV Paris — Sud-est (фото: Alstom)

Серийный электропоезд TGV PSE состоит из двух концевых моторных и восьми сочлененных промежуточных прицепных пассажирских вагонов, два из которых, смежные с моторными, также имеют по одной моторной тележке. Поезд рассчитан на питание переменным током 25 кВ, 50 Гц на магистральных путях и постоянным током 1,5 кВ на соединительных и станционных путях. Шесть поездов, с 1983 г. пропускаемых до Лозанны (Швейцария), рассчитаны также на третью систему питания переменным током 15 кВ, 16,7 Гц.

Каждый моторный вагон оснащен двумя токоприемниками — рабочим и резервным. Электротяговое оборудование для трех моторных тележек (двух моторного вагона и одной смежного с ним промежуточного) сгруппировано в три блока, которые размещены в моторном вагоне. Каждый блок получает питание от отдельной вторичной обмотки главного трансформатора. Самовентилируемые тяговые двигатели постоянного тока продолжительной мощностью 525 кВт при частоте вращения 3000 об/мин подвешены под кузовами вагонов, крутящий момент передается на колесные пары через карданные валы. Применено импульсное регули-



Рис. 21. Электропоезд TGV Atlantique № 325 в рекордной поездке 18 мая 1990 г.

рование напряжения питания тяговых двигателей. При питании переменным током 25 кВ, 50 Гц общая продолжительная мощность поезда составляет 6300 кВт, переменным током 15 кВ, 16,7 Гц — 2800 кВт, постоянным током 1,5 кВ — 3100 кВт. Максимальная скорость поезда в регулярной эксплуатации — 270 км/ч.

Кузова вагонов выполнены из нержавеющей стали. Использование общих поддерживающих тележек под узлами сочленения промежуточных вагонов стало впоследствии характерной чертой всех поездов семейства TGV.

В поезде 386 мест, из них около 70 % — второго класса; есть модификация поезда на 350 мест.

Всего в 1978 — 1985 гг. выпущено 107 поездов TGV PSE.

На базе технических решений поезда TGV PSE был подготовлен проект и в 1981 — 1984 гг. изготовлены семь высокоскоростных почтовых электропоездов TGV La Poste, в которых восемь промежуточных вагонов использовались для перевозки почтовых грузов.

Поезд TGV Atlantique. Для новой ВСМ от Парижа в направлении Атлантического побережья в 1988 г. был создан поезд второго поколения TGV A (Atlantique), рассчитанный на движение с максимальной скоростью 300 км/ч. В мае 1990 г. модифицированный поезд TGV Atlantique № 325 установил до сего времени непревзойденный мировой рекорд скорости на рельсах — 515,3 км/ч (рис. 21).

Поезд состоит из двух концевых моторных и десяти прицепных промежуточных пассажирских вагонов. Он рассчитан на две системы питания: постоянного тока 1,5 кВ и переменного тока 25 кВ, 50 Гц. В качестве тяговых применены трехфазные синхронные двигатели продолжительной мощностью 1100 кВт, в отличие от поезда TGV PSE размещенные только на моторных вагонах. Общая мощность поезда при питании переменным током 25 кВ, 50 Гц равна 8800 кВт.

В тяговом приводе поезда TGV A синхронные тяговые двигатели получают энергию от контактной сети через однофазные полупроводниковые преобразователи и инверторы тока. Преобразователи выполнены на GTO-тиристорах с фреоновым охлаждением. Подаваемое на тяговые двигатели напряжение регулируется по частоте и амплитуде. Бортовые потребители энергии всех 10 прицепных вагонов получают питание от двух вспомогательных инверторов тока мощностью 330 кВт·А каждый.

Поезд оснащен пневматическими фрикционными тормозами: на поддерживающих тележках — дисковыми, на моторных — колодочными; используется также электродинамическое торможение.

В поезде сохранены сочлененные вагоны на промежуточных тележках. Пневматические рессоры типа SR-10 вторичного подвешивания обеспечивают комфортные условия поездки при скорости до 340 км/ч.

Всего в 1989 — 1992 гг. выпущено 105 поездов TGVA.

Поезд TGV Réseau. После сооружения во Франции трех ВСМ (TGV PSE, TGV Nord и в обход Парижа с постройкой совмещенной железнодорожной станции в аэропорту Шарль-де-Голль) потребовались универсальные поезда, соответствующие условиям обращения на всей образовавшейся сети.

К этому подвижному составу предъявлялись следующие требования:

- максимальная эксплуатационная скорость 300 км/ч;
- способность преодолевать уклоны предельной крутизны 35 ‰;
- возможность работы в виде сдвоенных поездов длиной 400 м, что соответствует длине посадочных платформ вокзалов Париж-Лионский и Париж-Северный;
- повышенный комфорт для пассажиров, особенно второго класса, с учетом увеличившейся (до 5 ч) продолжительности поездки;
- выделение дополнительной площади в вагонах для размещения крупногабаритного багажа и т. п.

Новые электропоезда получили наименование TGV R (Réseau). Поезд имеет два моторных вагона мощностью 4400 кВт каждый. По сравнению с поездом TGV A число промежуточных прицепных пассажирских вагонов уменьшено до восьми, что позволило повысить удельную мощность поезда, необходимую для работы на линиях с крутыми подъемами. Электрическое и механическое оборудование поезда TGV R, включая промежуточные тележки (рис. 22), принципиально не отличается от TGV A.

Всего в поезде 376 кресел и 26 откидных мест для сидения, используемых в часы пик пассажирами, следующими на небольшое расстояние. Три вагона первого класса общей вместимостью 120 пассажиров отделены от вагонов второго класса вагоном-буфетом.

Повышение уровня комфорта для пассажиров второго класса достигнуто изменением конструкции кресел, спинки которых можно откидывать и фиксировать в нескольких положениях. Улучшена герметизация вагонов, что потребовало дополнительных затрат, но уменьшило у пассажиров неприятные ощущения, возникающие при движении в тоннелях.

Всего в 1992 – 1996 гг. выпущено 80 ед. поездов TGV R.

Поезд TGV Eurostar. Знаменательным событием для железных дорог Европы стало открытие в 1993 г. тоннеля под Ла-Маншем. Регулярные железнодорожные сообщения между Лондоном, Парижем и Брюсселем с использованием тоннеля открылись 14 ноября 1994 г. Для их обслуживания был создан многосистемный электропоезд TGV T Eurostar (Transmanche, Трансламаншский, фр.; Eurostar, Европейская звезда, англ.). Этот поезд иногда называют также TGV PBL (аббревиатура от обозначения маршрута Париж/Брюссель – Лондон).



Рис. 22. Промежуточная тележка и узел сочленения прицепных вагонов поезда TGV Réseau (фото: И. П. Киселёв)

По поводу фирменного названия Eurostar следует отметить, что в Италии некоторые сообщения, обслуживаемые высокоскоростными поездами серий ETR 500 или ETR 460, также получили название Eurostar. Вопрос о правомерности использования этого названия для поездов сообщений Париж/Брюссель – Лондон и внутриитальянских рассматривался в суде. Определено, что применение одинакового названия не противоречит международному праву, но при этом должны использоваться разные логотипы компаний-операторов, что и делается. Тем не менее это нередко вызывает путаницу, поскольку в публикациях название Eurostar зачастую употребляется без уточнения обозначения типа поезда – ETR или TGV.

Поезд TGV T Eurostar (рис. 23) состоит из двух концевых моторных и 18 сочлененных промежуточных прицепных пассажирских вагонов, разбитых на две симметричные группы, каждая из которых включает (от конца к середине состава): смежный с моторным вагон второго класса, еще четыре вагона второго класса, вагон-буфет, два вагона первого класса и еще один вагон первого класса с багажным отделением и служебными помещениями для таможенного персонала. Всего в поезде 794 места для сидения.

Вагоны поезда TGV T меньше по габаритам, чем вагоны других поездов семейства TGV. Это обусловлено тем, что они обращаются по железным дорогам Великобритании, которые имеют один из самых тесных габаритов приближения строений в Европе. Кроме того, вагоны адаптированы к эксплуатации на линиях с тремя разными значениями высоты посадочных платформ.

Поезд рассчитан на четыре системы тягового электроснабжения: постоянного тока 750 В (железные дороги Великобритании), переменного тока 25 кВ, 50 Гц и постоянного тока 1,5 кВ (железные дороги Франции) и постоянного тока 3 кВ (железные дороги Бельгии). В дополнение к традиционным то-



Рис. 23. Электропоезд TGV T Eurostar



Рис. 24. Электропоезд TGV Thalys

коприемникам поезд оснащен токосъемными башмаками для питания от контактного рельса в Великобритании.

Техническое задание на поезд TGV T было разработано объединенной группой специалистов Франции, Великобритании и Бельгии. Генеральным подрядчиком по проектированию и изготовлению выбрана компания Alstom при участии других компаний причастных стран.

Поезд оснащен 12 асинхронными тяговыми двигателями — восемь расположены на моторных вагонах и четыре на смежных с ними промежуточных, каждый из которых имеет по одной моторной тележке. Продолжительная мощность каждого тягового двигателя — 1000 кВт. При питании переменным током 25 кВ, 50 Гц поезд реализует общую мощность 12 тыс. кВт, постоянным током 3 кВ — 5700 кВт и постоянным током 750 В — 3400 кВт. Максимальная скорость поезда равна 300 км/ч.

В качестве прототипа силовой схемы моторных вагонов поезда TGV T использована схема французского электровоза ВВ 10003.

При следовании по территории Бельгии, где железные дороги электрифицированы на постоянном токе 3 кВ, силовая схема включает быстродействующий вакуумный выключатель, промежуточный фильтр и импульсный прерыватель, построенный на последовательно соединенных GTO-тиристорах. В зависимости от напряжения контактной сети, которое может изменяться от 2 до 4 кВ, напряжение на выходе импульсного прерывателя поддерживается на уровне 1800 В.

При следовании по территории Франции и по тоннелю с питанием переменным током 25 кВ, 50 Гц силовая схема включает тяговый трансформатор, к вторичным обмоткам которого подключены полупроводниковые выпрямительные мосты. Один из мостов выполнен на диодах, второй на GTO-тиристорах, импульсный прерыватель при этом из схемы выведен. Выпрямительные мосты питают постоянным током инверторы, от которых получают питание трехфазным током тяговые двигатели.

При следовании по территории Великобритании по линиям, электрифицированным на постоянном токе 750 В, импульсный прерыватель

на 3 кВ из схемы выведен и питание инверторов осуществляется напряжением контактного рельса, которое может изменяться от 440 до 900 В. При этом пониженном напряжении максимальный крутящий момент на валах тяговых двигателей реализуется только в диапазоне малых скоростей, и при повышении скорости сила тяги резко снижается.

Система управления частотой вращения тяговых двигателей основана на классической схеме широтно-импульсной модуляции с отдельным регулированием рабочей частоты и напряжения каждой фазы.

Основной в управлении поездом является микропроцессорная система PLC, которая передает команды машиниста тяговому и вспомогательному оборудованию.

Работа поезда по системе многих единиц не предусмотрена.

В связи с различиями в системах управления движением поездов на железных дорогах трех стран, по

которым проходят маршруты TGV T, на их борту пришлось установить по три комплекта аппаратуры СЦБ и АЛС.

Кстати, открытие международных высокоскоростных сообщений послужило одним из импульсов к разработке единой системы управления движением поездов для железных дорог Европы в рамках проекта ETCS/ERTMS.

В 1993 – 1995 гг. выпущен 31 поезд TGV T.

Поезд TGV Thalys. Тем временем возникла необходимость в поезде для обслуживания международных высокоскоростных сообщений на европейском континенте. Так появился электропоезд TGV Thalys (рис. 24) в модификациях TGV PVA (для маршрута Париж – Брюссель – Амстердам) и TGV PBKA (для маршрута Париж – Брюссель – Кёльн/Амстердам). Этот поезд иногда называют также TGV Kontinental или TGV International. Фирменное наименование Thalys – искусственное словообразование, подобранное с помощью компьютера как имеющее одинаковое произношение на языках всех причастных стран.

Техническое задание на поезд TGV Thalys было подготовлено группой специалистов железных дорог Франции, Бельгии, Германии и Нидерландов. К работе над созданием поезда, которую возглавила компания GEC Alstom, был привлечен ряд известных компаний – изготовителей подвижного состава и комплектующих изделий.

Поезд предназначен для эксплуатации на железных дорогах, электрифицированных на постоянном токе 1,5 и 3 кВ, переменном токе 25 кВ, 50 Гц и 15 кВ, 16,7 Гц. Он не рассчитан на обслуживание лондонского направления, поэтому его геометрические размеры соответствуют габариту, действующему на континентальных западноевропейских железных дорогах.

В тяговом приводе поезда используются синхронные тяговые двигатели, которые получают питание от преобразовательных модулей на базе ГТО-тиристоров с автоматическим регулированием режимов тяги и торможения. Основным тормозом является электрический реостатный, вспомогательным – пневматический дисковый.

Пассажиры оснащены системами искусственного климата с летним и зимним режимами работы, информирования пассажиров и телефонной связи. Имеются отделения для людей с ограниченными физическими возможностями, в одном из вагонов устроены конференц-салон и бар на 16 мест. Туалеты, как и во всех поездах семейства TGV, авиационного типа, герметизированные.

Поезда общей численностью 28 ед. были изготовлены в 1995 – 1997 гг. по заказу железных дорог Франции (10 поездов), Бельгии (семь поездов), Германии (два поезда) и Нидерландов (два поезда).

Поезд TGV Duplex. Рост пассажиропотоков на ВСМ, прежде всего на первой линии TGV PSE, поставил вопрос об увеличении провозной способности. Актуальным стало создание поездов из двухэтажных вагонов.

В 1995 г. на выставке, приуроченной к конгрессу EurailSpeed в Лилле, компания Alstom представила поезд TGV Duplex из двухэтажных сочлененных вагонов на промежуточных тележках (рис. 25). В 1996 г. первые поезда были введены в регулярную эксплуатацию.

Поезд формируется из двух моторных и восьми промежуточных прицепных пассажирских вагонов. Его общая пассажироместимость равна 545 чел. (197 в первом классе и 348 во втором). Таким образом, этот поезд вмещает на 159 пассажиров больше, чем TGV PSE такой же длины.

Вагоны поезда TGV Duplex изготовлены из экструдированных объемных панелей из алюминиевого сплава. Общая высота кузовов вагонов в габарите линий нормальной колеи ограничена 4120 мм, поэтому расстояние от пола до потолка в салонах нижнего и верхнего этажей составляет, с учетом перекрытий и подвагонного пространства, 1980 мм. Это, к сожалению, создает впечатление некоторой стесненности. Следует отметить, что в одноэтажных вагонах поездов TGV высота потолков равна не менее 2200 мм, а в двухэтажных вагонах японских поездов сети Синкансен она примерно такая же, как и в TGV Duplex: от 1970 до 1995 мм. Относительно малая длина сочлененных вагонов французских высокоскоростных поездов обусловила также проблему выхода с верхних этажей. В случае устройства лестниц на обоих концах вагонов терялась большая площадь. Поэтому приняли неординарное решение выполнить салоны второго этажа тупиковыми с выходом только с одной стороны. К такому решению можно относиться неоднозначно, поскольку нормативная база многих стран запрещает устройство пассажирских помещений на втором этаже с одним выходом по соображениям пожарной безопасности.



Рис. 25. Электропоезд TGV Duplex (фото: SNCF)



Рис. 26. Интерьер одного из вагонов поезда TGV R после реконструкции (фото: И. П. Киселёв)

В целом конструктивная концепция поезда TGV Duplex базируется на принципах, которые опробованы и хорошо зарекомендовали себя на практике, естественно, с учетом измененных массогабаритных характеристик. Двухсистемный поезд рассчитан на питание постоянным током 3 кВ и переменным током 25 кВ, 50 Гц. Асинхронные тяговые двигатели имеют общую продолжительную мощность 8800 кВт.

Ввод поездов TGV Duplex в эксплуатацию на маршрутах, соединяющих Париж с Лионом и городами Средиземноморского побережья, позволил существенно увеличить провозную способность в этих сообщениях.

Всего к настоящему времени выпущено 64 поезда TGV Duplex.

Конкуренция высокоскоростных железных дорог с другими видами транспорта заставляет железнодорожные компании уделять большое внимание повышению уровня комфорта для пассажиров. Так, поезда, выпущенные около 20 лет назад и вполне отвечающие требованиям скорости, безопасности и надежности, морально устарели с точки зрения обустройства пассажирских помещений. Поэтому уже ведется, например, модернизация интерьеров салонов поездов TGV T Eurostar. На выставке в Милане в 2005 г. был представлен поезд TGV R, прошедший капитальный ремонт с полным обновлением интерьеров (рис. 26). Представленный вариант отделки пассажирских салонов отличается экстравагантностью. Дизайнеры выбрали обивочные ткани ярких насыщенных тонов желтого, малинового и зеленого цвета при общем приглушенном освещении с применением галогеновых ламп для точечной подсветки пассажирских кресел.

Электровоз ES64U4

С появлением электровоза компании Siemens Transportation Systems (TS), получившего фирменное обозначение ES64U4, в железнодорожную отрасль, как полагают, будут введены два новых понятия в области стандартизации и унификации: COP и CUP, а характеристики этого электровоза обеспечат ему репутацию одного из самых гибких и экономичных в эксплуатации локомотивов для обслуживания пассажирских и грузовых перевозок в международных сообщениях. Первыми реальными воплощениями заложенных в данном проекте концепций стали электровозы серии 1216 железных дорог Австрии (ÖBB, рис. 1) и серии 541 железных дорог Словении (SŽ, рис. 2).

Концептуальные принципы

На первый взгляд в австрийских электровозах серии 1216 Europrinter (ES64U4) нет ничего, представляющего сколько-нибудь заметную революцию в локомотивостроении. Можно, в принципе, считать, что это — электровозы семейства Taurus, дополни-

тельно адаптированные к обращению по линиям, электрифицированным на постоянном токе напряжением 3 кВ, и сочетающие в себе раму кузова и кабины управления электровозов серий 1016 (ES64U1) и 1116 (ES64U2) ÖBB с электрическим оборудованием электровозов серии 149 железных дорог Германии (DBAG и Railion).

Однако такое первое впечатление обманчиво, и свидетельством тому — две принципиальные концепции проекта.

Во-первых, четырехосный электровоз ES64U4, как и электровозы упомянутых выше серий, является локомотивом для смешанного грузо-пассажирского движения, обладающим высокой силой тяги (304 кН) и конструкционной скоростью (200 или 230 км/ч) и способным водить ускоренные грузовые и скоростные пассажирские поезда на международных маршрутах по линиям, электрифицированным на разных системах тягового электроснабжения.

Во-вторых, в этом электровозе стандартизация и унификация оборудования доведены до максимально возможного уровня.