

# Двухэтажные электропоезда компании Škoda Vagonka для Литвы

В декабре 2006 г. железные дороги Литвы (Lietuvos Geležinkeliai, LG) заказали чешской компании Škoda Vagonka (тогда она называлась ČKD Vagonka) два электропоезда из двухэтажных вагонов, в октябре 2008 г. последовал заказ еще на два таких же поезда. Эти электропоезда, получившие серийное обозначение 575, по конструкции идентичны электропоездам серии 471, которые Škoda Vagonka строит для железных дорог Чехии (České Dráhy, ČD) в количестве 60 ед. Наиболее существенные различия состоят в ширине колеи — электропоезда серии 575 рассчитаны на широкую (1520 мм), а серии 471 — на нормальную колею, а также в системах тягового электроснабжения — постоянного тока у поезда 471 и переменного у поезда 575.

Изготовление первого трехвагонного электропоезда для Литвы началось осенью 2007 г., второго — в марте 2008 г. Первый поезд вышел с завода в Остраве в июне 2008 г. и был отправлен на испытания на близлежащий металлургический завод в Витковице, где проверялась его способность движения по кривым малого радиуса, а также герметичность (водонепроницаемость) кузовов вагонов. Затем его направили в Пльзень для проведения комплекса статических и динамических испытаний, во время которых он впервые перемещался собственной тягой. После этого поезд передали на экспериментальный полигон ČD в Веліме, где он прошел заключительный цикл ходовых испытаний с проверкой функционирования основного оборудования. Следует отметить, что все это время поезд был оснащен временными колесными парами нормальной колеи, установленными в тележках широкой колеи.

По завершении испытаний электропоезд 575 отправили заказчи-

ку. До станции Ханишка близ Кошице (Словакия) он передвигался на тех же временных колесных парах, а на этой станции, где заканчивается ширококолейный ввод из Украины, его переставили на штат-

ные колесные пары колеи 1520 мм, и уже на них поезд транспортировали через Украину (Ужгород, Ровно) и Белоруссию (Пинск) в Литву. Презентация поезда в Вильнюсе состоялась 2 октября 2008 г., и зимой 2008/2009 года он был введен в регулярное обращение на маршруте Вильнюс — Каунас-1 длиной 101 км с лучшим временем хода 58 мин.

Второй электропоезд серии 575 прибыл в Литву в декабре 2008 г., и, как ожидается, в середине 2009 г. он присоединится к первому в коммерческой эксплуатации. Поставка двух электропоездов по дополнительному заказу запланирована на конец 2009 — начало 2010 г.

## Конструкция и оснащение вагонов

По конструкции кузовов вагонов и оснащению интерьеров электропоезда серий 471 (рис. 1) и 575 (рис. 2) весьма близки друг к другу. Применены те же конструктивные материалы и унифицированные узлы и агрегаты, проверенные опытом эксплуатации поездов 471 на сети ČD в течение нескольких лет.

Основные технические характеристики электропоезда серии 575

Габарит	1Т по ГОСТ 9238 — 83
Осевая формула	$B_0 B_0 - 2 2 - 2 2$
Система электроснабжения (переменного тока)	25 кВ, 50 Гц
Номинальная мощность, кВт	2000
Сила тяги в продолжительном режиме, кН	89,2
Длина по автосцепкам, м	$3 \times 26,4 = 79,2$
Расстояние между центрами тележек, м	19
Колесная база тележек моторных/немоторных, мм	2600/2400
Диаметр колес новых/изношенных, мм	920/860
Ширина кузовов вагонов, мм	2820
Высота над УГР, мм	4635
Номинальная эксплуатационная масса, т	$72 + 46 + 47 = 165$
Максимальная осевая нагрузка, т	21
Максимальная эксплуатационная скорость, км/ч	160
Минимальный радиус проходимых кривых, м	90
Число мест для сидения первого класса	23
Число мест для сидения второго класса	$30 + 134 + 117 = 281$
Расчетное число пассажиров, едущих стоя	$65 + 134 + 134 = 333$



Рис. 1. Общий вид электропоезда серии 471



Рис. 2. Общий вид электропоезда серии 575

Есть, однако, некоторые важные отличия. Электропоезда серии 471 разрабатывались на основе общеевропейских стандартов EN и МСЖД, в то время как при разработке электропоездов серии 575 за основу взяты стандарты бывшего СССР, т. е. ГОСТы, еще остающиеся в силе в некоторых прочностных аспектах. Кроме того, хотя поезда и 471-й, и 575-й серий проектировались в расчете на эксплуатацию в температурном диапазоне от  $-30$  до  $+40$  °С, для условий Литвы учтена, например, возможность снежных заносов в зимнее время.

Для всех трех вагонов поезда серии 575 принята отдельная нумерация. Концевой моторный вагон обозначается как 211, концевой немоторный — как 302, промежуточный прицепной — как 444. На втором этаже вагона типа 211 располагается пассажирский салон первого класса (рис. 3), на обоих этажах остальных вагонов и на первом этаже вагона 211 — салоны второго класса (рис. 4). Возможна эксплуатация поездов в сцепе из двух или трех единиц с управлением из головного поезда. Кроме того, можно формировать поезда меньшей длины — или из двух моторных, или из одного моторного и одного немоторного концевых вагонов.

Несмотря на более «просторные» габариты железных дорог Литвы, кузова вагонов поезда 575 имеют ту же ширину, что и кузова вагонов поезда 471. Заказчик и изготовитель пришли к соглашению, что при относительно малом размере партии нерационально выполнять дополнительные и дорогостоящие работы по радикальному изменению конструкции, связанные с изменением ширины (а также и высоты) кузовов вагонов. Кроме того, унификация основных размеров позволяет применить стандартизированные конструктивные элементы.

Обшивка кузовов выполнена из крупноразмерных экструдированных панелей и профилей из алюминиевого сплава. Наружные поверхности кузовов окрашены с применением акрилуретанового лакокрасочного покрытия, стойкого к нанесению граффити.

В тепло- и звукоизоляции применена комбинация из пенополистирола и стекловолокна; маты изоляционного материала скрыты за поливинилхлоридными панелями внутренних стенок вагонов. В облицовке стен и потолка пассажирских салонов использован трудновоспламеняющийся и не выделяющий вредных веществ при нагреве ламинат.

Для остекления оконных блоков, поставленных компанией Alltec & Globtech (Трнава, Словакия), выбрано упрочненное и безопасное тонированное стекло. Поскольку поезда оснащены установками кондиционирования воздуха, окна выполнены неоткрывающимися.

Доступ в каждый вагон осуществляется через две пары двустворчатых сдвижных дверей, комплекты оборудования которых поставлены компанией Pars Komponenty (Студенка, Чехия); ширина дверных проемов равна 1340 мм. Высота пола входных площадок равна 550 мм над УГР, пола салона первого этажа — 475 мм. Для облегчения посадки и высадки (с учетом того, что при эксплуатации поездов серии 575 на железных дорогах Литвы расстояние от края посадочных платформ, имеющих высоту от 150 до 220 мм над УГР, до порога входных площадок увеличено из-за малой ширины кузовов вагонов) устроены дополнительные ступени.

С входных площадок пассажиры попадают в промежуточные вестибюли, высота пола которых равна 1280 мм над УГР. Поскольку вестибюли находятся непосредственно над тележками, покрытие пола в них усилено дополнительной звукоизоляцией в виде щитов из водонепроницаемой фанеры и рези-

ны. На второй этаж из вестибюлей ведут лестницы с семью ступенями.

В пассажирских салонах кресла, изготовленные чешской компанией BORCAD, расставлены по схеме 2 + 2 (во втором классе) или 2 + 1 (в первом классе) частично встречно, частично последовательно. Обивка кресел выполнена из ткани с 70%-ным содержанием шерсти, имитирующей кожу. Вверху смонтированы багажные полки — на первом этаже непосредственно над спинками кресел, на втором, где пространство ограничено, — над окнами.

В поезде имеются четыре туалета, причем те из них, которые расположены в концевых вагонах, приспособлены для пассажиров с ограниченными физическими возможностями. Для пассажиров первого класса предусмотрен отдельный туалет. Все туалеты — вакуумного типа с накопительными баками емкостью 250 л и с баками для чистой воды емкостью 450 л. Устройства для опорожнения накопительных баков находятся под кузовом в зоне тележек.

Стандартные межвагонные переходы выполнены с металлическими настилами.

Установки кондиционирования воздуха поставлены компанией Faiveley (Марк-ан-Барель, Франция). Мощность каждой установки, основные узлы которой смонтирова-

ны на крыше, составляет 25–40 кВт в режиме отопления и 26–42 кВт в режиме охлаждения, чего достаточно для обеспечения комфортных условий в пассажирских салонах и кабинах управления. В случае необходимости включаются дополнительные потолочные вентиляторы (при сильной жаре) или калориферы (при сильном морозе), нагревательные элементы которых получают питание от сети переменного тока 3 кВ, 50 Гц. Кроме того, в кабинах управления предусмотрен обогрев пола. Системы искусственной климатизации работают в полностью автоматическом режиме с микропроцессорным управлением.

Освещение пассажирских салонов обеспечивается потолочными люминесцентными светильниками, в качестве запасных используются лампы накаливания.

В системе информирования пассажиров InfoTrain, аппарата которой поставлена компанией UniControls (Прага), применены табло, на которые выводятся текстовые сообщения на литовском и русском языках. Даются сведения о маршруте следования поезда, следующей станции и пересадках на другие маршруты. Предусмотрена возможность выдачи дополнительных сведений (например, в случае опоздания) с пульта управления системой. Кроме того, машинист с помощью микрофона может давать

пассажирам дополнительную речевую информацию через громкоговорители, смонтированные в салонах.

Эта же компания UniControls является разработчиком и изготовителем системы управления поездом, основанной на поездной шине WTB, посредством которой осуществляются коммуникации между оборудованием и контрольно-управляющей аппаратурой внутри поезда, а также между поездами, работающими с управлением по системе многих единиц. В то же время системы автоведения поезда нет.

Основным средством функциональных коммуникаций в каждом вагоне является зональная сеть CAN. Для некоторых функций, однако, сохранено непосредственное управление, независимое от микропроцессоров и коммуникационных сетей. В числе таких функций — включение экстренного торможения, управление прямодействующим тормозом, экстренное отключение главного выключателя, управление приводами дверей и подача сигнала пожарной тревоги.

Специальная высокоскоростная цепь передачи данных, включающая разъемы и межвагонные соединители специальной конструкции, предусмотрена для передачи изображений, снятых камерами системы внутреннего и наружного видеонаблюдения, на монитор пульта управления.



Рис. 3. Интерьер пассажирского салона первого класса



Рис. 4. Интерьер пассажирского салона второго класса



Поезда 575 оснащены автоматической системой пожаротушения компании VST Engineering (Пардубице, Чехия). Система защищает пассажирские салоны, машинные отделения, а также отсеки с электрической и электронной аппаратурой; в ней применены термохимические датчики температуры и задымления, распределенные по составу поезда. Кроме того, в пассажирских помещениях имеются ручные огнетушители.

### Концевой моторный вагон типа 211

Кабина управления вагона изготовлена в виде единого модуля компанией Alcan Composite Structures (Альтенрайн, Швейцария) и представляет собой несущую конструкцию из ламинатных панелей. Между панелями и лобовой стенкой кузова заложена термоупрочненная пена, выполняющая функции тепло- и звукоизоляции. Лобовое окно с одним вклеенным в раму цельным стеклом также выполнено в виде единой конструкции и устанавливается на место в сборе.

В основном кабины поездов серий 471 и 575 сходны, но в соответствии с требованиями заказчика в центре верхней части лобовой стенки смонтированы два прожектора с галогеновыми лампами, имеющими яркость 200 тыс. кандел в режиме полного света и 80 тыс. в режиме тусклого света. По бокам лобовой части сверху и над уровнем автосцепки смонтированы светодиодные фонари белого и красного цвета в соответствии с техническими условиями LG ADV/002 (рис. 5).

В поезде применены автосцепные устройства типа Шарфенберг, управляемые машинистом. Для обеспечения возможности сцепления с подвижным составом, оснащенным автосцепками типа СА-3, предусмотрены специальные адаптеры, помещенные в коробки у путеочистителей. Дополнительные буфера, установленные по сторонам автосцепки, предназначены для поглощения энергии соударения при столкновениях и защиты, таким образом, рамы и кузова от повреждений. Соединение вагонов в составе поезда осуществляется посредством полуавтоматических сцепок и вин-

товых стяжек. Сцепные устройства оснащены соединителями пневматических трубопроводов, имеются также коробки с разъемами для соединения электрических и электронных цепей.

Вагон типа 211 установлен на двух моторных тележках типа 5Ev. Рама тележки состоит из двух продольных боковых балок, одной центральной шкворневой и двух концевых поперечных балок. Кузов опирается на тележки через пневматические баллоны, поставленные компанией Contitech (Ганновер, Германия) и представляющие собой вторую ступень рессорного подвешивания. Давление сжатого воздуха в баллонах автоматически регулируется в зависимости от нагрузки.

Передача тяговых и тормозных усилий между тележками и кузовом осуществляется посредством кованых шкворней, ввинченных в раму кузова и заканчивающихся сферическими пятами, которые входят в подпятники на шкворневых балках рам тележек. Продольные и поперечные перемещения пят шкворней в подпятниках ограничиваются обрезиненными упорами.

Гашение колебаний тележек относительно кузова обеспечиваются гидравлические амортизаторы-демпферы, одним концом закрепленные на раме тележки, другим — на плите над баллонами вторичного подвешивания.

Первую (буксовую) ступень рессорного подвешивания составляют винтовые стальные пружины. Внутри каждой наружной пружины встроен гаситель колебаний.

В тележках применены колесные пары с полыми осями. Передача крутящего момента от тяговых двигателей на колесные пары осуществляется по системе полого вала. Двухрядные буксовые роликовые подшипники поставлены компанией FAG (Швайнфурт, Германия).

Моторный вагон оснащен четырьмя трехфазными асинхрон-



Рис. 5. Лобовая часть электропоезда серии 575

ными тяговыми двигателями компании Škoda Electric (Пльзень, Чехия) мощностью 500 кВт. Обмотки двигателя соединены по схеме двойной звезды. Охлаждение двигателей — независимое. Мотор-редукторный блок опирается на раму тележки в трех точках.

Пневматический тормоз типа DACO включает тормозные диски, смонтированные непосредственно на колесах. Тормозное нажатие также автоматически регулируется в зависимости от нагрузки по показателям датчиков в пневматических баллонах второй ступени ресорного подвешивания. Каждое колесо моторных колесных пар оснащено дополнительными колодками, которые прижимаются под небольшим давлением к поверхности катания колес исключительно для их очистки. Кроме того, внутренние колесные пары каждой тележки оснащены пружинным стояночным тормозом. Магнитно-рельсовый тормоз требованиями заказчика предусмотрен не был. Заказчик также решил использовать не рекуперативное, а реостатное торможение; генерируемая тяговыми двигателями при электродинамическом торможении энергия рассеивается в тормозных резисторах.

Напряжение контактной сети (25 кВ, 50 Гц переменного тока) подается в два тяговых трансформатора компании ABB Sécheron (Мерен, Швейцария) мощностью 1340 кВ·А. Эти трансформаторы, размещенные соответственно в переднем и заднем машинных отделениях, имеют индивидуальное масляное охлаждение; теплообменники системы охлаждения установлены под модулями тяговых преобразователей. Напряжение вторичных обмоток обоих трансформаторов выпрямляется и при величине 1500 В подается в тяговые инверторы. Таким образом, каждая тележка с двумя тяговыми двигателями имеет собственное питание. Кроме того, выпрямленное напряжение 570 В

подается в преобразователи вспомогательных нужд, на выходе которых для питания различных бортовых потребителей энергии вырабатывается напряжение однофазного переменного тока 230 В, 50 Гц, трехфазного 400 В, 50 Гц и постоянного тока 24 В.

Переднее машинное отделение расположено между кабиной управления и первой входной площадкой. В нем размещены тяговый трансформатор и преобразовательный модуль для питания тяговых двигателей передней тележки. Модуль включает два входных импульсных выпрямителя, два тяговых инвертора, выпрямитель и фильтр вспомогательных нужд, конденсаторы входного фильтра, насос для перекачки воды в системе охлаждения инверторов, вентилятор системы охлаждения, различную контрольно-измерительную аппаратуру и устройства обеспечения безопасности.

Здесь размещены также тормозные резисторы, импульсный преобразователь электродинамического торможения и три вторичных преобразователя-инвертора. От этих преобразователей получают питание электродвигатели компрессора и вентилятора обдува тормозных резисторов. Преобразователи вспомогательных нужд выполнены на биполярных транзисторах с изолированным затвором (IGBT).

Заднее машинное отделение расположено с одной стороны кузова между второй входной площадкой и межвагонным переходом. В нем размещено электрооборудование для питания тяговых двигателей задней тележки, аналогичное имеющемуся в переднем машинном отделении, а также преобразователь вспомогательных нужд, вырабатывающий напряжение трехфазного переменного тока 400 В, 50 Гц, которые узлы установки кондиционирования воздуха и т. д. На крыше над этим машинным отделением установлены три главных воз-

душных резервуара емкостью 150 л, токоприемник с пневматическим приводом производства компании LEKOV (Бловице, Чехия), главный вакуумный выключатель типа BVAC, грозозащитный разрядник, входной фильтр и некоторое другое высоковольтное электрооборудование. В крыше имеется люк для доступа к этому оборудованию изнутри кузова.

Никель-кадмиевая аккумуляторная батарея, поставленная компанией Saft-Ferak (Рашковице, Чехия), заключена в ящик, подвешенный к раме кузова вблизи задней тележки.

Питание бортовых потребителей энергии возможно также от внешнего источника напряжения 3000 В переменного тока через специальную розетку на торцевой стенке вагона.

Как указано выше, на втором этаже вагона типа 211 расположен пассажирский салон первого класса с отдельным туалетом, на первом — салон второго класса. В одном из концов салона второго класса выделена зона для размещения инвалидной (с соответствующими креплениями) и/или детской коляски, крупногабаритного багажа и до четырех велосипедов; здесь же есть ниша для роликовых коньков и иного туристического снаряжения.

Для облегчения въезда и выезда пассажиров на инвалидных колясках у передней входной площадки, вблизи которой расположен специальный туалет, имеется убирающаяся ручная рампа компании MediVent (Берлин).

Кроме того, у входных площадок зарезервированы места для возможной установки в будущем автоматов для продажи билетов.

Кабина управления вагона типа 211 имеет отдельный вход; кроме того, в ее задней стенке есть дверь, ведущая к машинному отделению и в пассажирский салон.

Кабина скомпонована исходя из ведения поезда в одно лицо. На



Рис. 6. Пульт управления электропоезда серии 575

пульте (рис. 6) сосредоточены органы управления и контрольно-измерительные приборы, монитор системы технической диагностики и модуль системы сигнализации. Режимы трогания, набора скорости и торможения регулируются с помощью одной рукоятки. Может также быть реализован режим движения с постоянной скоростью, задаваемый с помощью клавиатуры и подерживаемый автоматически.

Помимо оборудования, относящегося к ведению поезда, в кабине есть охладитель питьевой воды, электроплитка, кипятильник и шкаф для одежды.

В системе управления движением электропоезда серии 575 используется унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ-У российского производства, которое выполняет также функции регистратора событий. На монитор устройства выводится различная информация, включая скорость, показания впереди лежащего сигнала и т. п. Предварительно в память устройства вводятся данные о маршруте следования, в том числе профиль пу-

ти, постоянные и временные ограничения скорости и т. п.

В комплекс КЛУБ-У входят также кнопка контроля бдительности машиниста и антенна системы глобального позиционирования (GPS), позволяющей в реальном времени получать информацию о фактическом местоположении поезда.

В системе видеонаблюдения используются камеры двух видов. В пассажирских салонах установлены цифровые камеры, помещенные в прочные корпуса, снаружи поезда (на концевых вагонах) — аналоговые камеры, помещенные в обогреваемые корпуса; их сигналы преобразуются в цифровые и вместе с сигналами от внутренних камер передаются на монитор с 17-дюймовым экраном в кабине управления. Машинист может по выбору увеличить изображение, передаваемое от той или иной камеры.

### Концевой немоторный вагон типа 307

По внешнему виду вагоны типов 307 и 211 мало отличаются друг от друга, за исключением отсутствия

на крыше вагона типа 307 токоприемника и сопутствующего ему электрооборудования. В принципе одинаковы также компоновка и оснащение кабины управления.

Основное отличие заключается в том, что в этом вагоне нет машинных отделений и за счет этого пассажирский салон на первом этаже намного просторнее, что позволило увеличить число мест для сидения и расширить пространство для пассажиров, едущих стоя. В вагоне типа 307, как и в вагоне типа 211, предусмотрено оборудование для обеспечения удобств пассажирам с ограниченными физическими возможностями (туалет, въездная рампа и т. п.).

В то же время в данном вагоне под одной из лестниц, ведущих на второй этаж, есть отсек, в котором размещено некоторое вспомогательное, главным образом пневматическое, оборудование, а в одном из вестибюлей — шкаф с электрооборудованием систем освещения и отопления.

Тележки вагона типа 307 имеют в принципе ту же конструкцию, что и тележки вагона типа 211, но отличаются от них отсутствием мотор-редукторных блоков, несколько меньшей колесной базой и тем, что тормозные диски (три) установлены не на колесах, а на осях колесных пар.

### Промежуточный прицепной вагон типа 444

Этот вагон имеет наибольшую пассажировместимость. Возле одной из его входных площадок расположен обычный туалет, возле второй зарезервировано место для возможной установки в будущем автомата по продаже горячих напитков (кофе, чай).

Тележки вагона типа 444 аналогичны тележкам вагона типа 307.

S. Zapletal, J. Pernička. *Railvolution*, 2009, № 1, p. 42–50.