

Новый электропоезд для железных дорог Германии

С 1999 по 2006 г. консорциум в составе компаний Alstom и Bombardier (сначала — Adtranz) поставил железным дорогам Германии (DB) более 450 четырехвагонных электропоездов серии 423, которые в настоящее время можно видеть во многих районах страны. Успешный опыт их эксплуатации побудил DB заказать этому же консорциуму 78 электропоездов новой серии 422. Стоимость контракта, в котором оговорена возможность заказа еще 72 ед., составляет 343 млн. евро.

Новые четырехвагонные сочлененные электропоезда серии 422 (рис. 1) предназначены для обслуживания пригородных перевозок в регионе Северный Рейн — Вестфалия на линиях сети S-Bahn, электрифицированных на переменном токе 15 кВ, 16,7 Гц. Можно сцеплять во-

едино до трех поездов с управлением по системе многих единиц; кроме того, поезда серии 422 эксплуатационно полностью совместимы с поездами серии 423.

Компания Bombardier Transportation, ведущая в консорциуме, составляет для поездов промежуточ-

ные тележки и все электрооборудование со своих заводов в Зигене, Мангейме и Хеннингсдорфе; компания Alstom Transport изготавливает компоненты механической части, включая кузова вагонов и концевые тележки, на своем заводе в Зальцгиттере. Сборка поездов с номерами с 422.001 по 422.026 поручена заводу в Хеннингсдорфе, с номерами с 422.027 по 422.084 — заводу в Зальцгиттере (все указанные заводы находятся в Германии).

Работу над проектом консорциум начал совместно с отделением региональных перевозок железных дорог Германии DB Regio в январе 2006 г., когда была достигнута уверенность в том, что предлагаемые параметры поезда соответствуют условиям, в которых он будет эксплуатироваться. В сентябре того же года заводы-изготовители приступили к постройке первых опытных поездов. Поезд 422.001 был готов в августе, поезд 422.027 — в сентябре 2007 г.



Рис. 1. Электропоезд серии 422 (фото: DB)

Кузова вагонов

Цельносварные кузова вагонов новых поездов из алюминиевого сплава по конструкции аналогичны кузовам вагонов поездов серии 423, но отличаются повышенной сопротивляемостью разрушению при столкновении. На уровне выше основной рамы конструкция кузовов концевых и промежуточных вагонов в том, что касается торцовых, боковых стенок и крыш, одинакова. Отличием кузовов концевых вагонов является наличие дополнительных продольных усиливающих балок в месте установки трансформаторов. Боковые стенки и крыша выполнены из прессованных алюминиевых панелей, соединенных методом сварки трением.

Для выполнения требований к пассивной безопасности к лобовым частям рам кузовов концевых вагонов на высоте буферов прикреплены по два энергопоглощающих элемента, еще два таких элемента меньшей мощности находятся под лобовыми окнами. В автосцепки также интегрированы деформируемые поглощающие элементы.

Один из первых кузовов концевых вагонов после изготовления был подвергнут серии испытаний для определения его поведения при столкновении. По результатам этих испытаний решили изготавливать рамы лобовых стенок кузовов и энергопоглощающие элементы из стали, а сминаемые зоны этих элементов — из алюминиевых пластин увеличенной толщины. Стальные рамы лобовых стенок соединяются с основной алюминиевой конструкцией кузовов через кольцевой шпангоут.

При исследовании кузовов на сопротивляемость разрушению под воздействием продольной нагрузки, регламентированную проектом европейского стандарта prEN 15 227, обнародованным в апреле 2005 г., изучали четыре возможных сценария. Первому сценарию соот-

Основные технические характеристики электропоезда серии 422	
Параметр	Значение
Осевая формула	$B_0' B_0' 2' B_0' B_0'$
Длина по автосцепкам, мм	69 432
Ширина кузовов вагонов, мм	3 020
Высота над УГР (при опущенных токоприемниках), мм	4 335
Расстояние между центрами тележек, мм:	
концевых вагонов	15 140
промежуточных вагонов	15 460
Колесная база тележек, мм:	
концевых вагонов	2 200
промежуточных вагонов	2 700
Диаметр колес (новых), мм	850
Высота пола в пассажирских салонах над УГР, мм	1 025
Масса тары, т	112
Максимальная осевая нагрузка в эксплуатации, т	18
Мощность, кВт:	
максимальная	2 352
в продолжительном режиме	1 600
Конструкционная скорость, км/ч	140
Минимальный радиус проходимых кривых, м:	
при включенном пневматическом подвешивании	150
при отключенном пневматическом подвешивании	100
Число мест для сидения	192
в том числе первого класса	16
Число пассажиров, едущих стоя (при 4 чел./м ²)	340

ветствовало лобовое столкновение двух поездов серии 422 на скорости 36 км/ч, второму — столкновение на той же скорости поезда серии 422 с неподвижным грузовым вагоном массой 80 т, третьему — наезд на переезде на грузовой автомобиль, четвертому — наезд на легкой автомобиль.

В ходе исследования выяснилось, что конструкция сминаемых зон энергопоглощающих элементов, в которую интегрированы устройства против напоздания, обеспечивает устранение возможности этого последнего опасного обстоятельства. Выяснилось также, что конструкция кабин управления соответствует требованиям европейского стандарта EN 12663, регламентирующим, какие части кабины не должны деформироваться под воздействием продольной нагрузки для обеспечения до-

статочного свободного пространства («убежища») как для машиниста, так и для пассажиров, находящихся в передней зоне концевой вагона. Согласно расчетам, длина деформируемой зоны кузова составляет около 1100 мм при поглощении энергии продольного соударения, равной 2,65 МДж.

В результате изменения конструкции с внесением дополнительных устройств безопасности концевые вагоны поездов серии 422 стали примерно на 1000 мм длиннее концевых вагонов поездов серии 423. Наружные лобовые фальшстенки концевых вагонов, не несущие нагрузки, выполнены из армированного стеклопластика и оформлены в соответствии с корпоративным стилем DB для поездов семейства 42х.

Концевые вагоны поездов серии 422 оснащаются автосцепными устройствами типа Scharfenberg,



Рис. 2. Моторная тележка поезда серии 422

обеспечивающими, помимо механического, соединение электрических и пневматических цепей при работе нескольких поездов в сцепе с управлением по системе многих единиц. Автосцепки отличаются повышенной эксплуатационной адаптивностью, позволяющей выполнять сцепление и расцепление поездов в кривых небольшого радиуса и в местах перелома продольного профиля пути. Связь хвостовика автосцепки с рамой кузова вагона осуществляется посредством пары шар — шкворень, элементы которой изготовлены из металла и резины.

Автосцепки дают возможность сцепления поездов серий 422 и 423 с соединением всех поездных магистралей; при сцеплении поездов серии 422 с поездами других серий семейства 42х обеспечивается только механическое соединение.

Вагоны в составе поезда серии 422 соединены между собой так называемыми полупостоянными сцепками и в обычной эксплуатации расцеплению не подлежат. Отцепка от состава отдельных вагонов возможна только в условиях депо.

Тележки

Всего в поезде серии 422 пять тележек: две под лобовыми частями концевых вагонов и три под узлами сочленения. Все тележки моторные (рис. 2), кроме средней, расположенной под узлом сочленения второго и третьего вагонов.

В качестве промежуточных применены тележки типа Jakobs. Они имеют H-образную стальную раму с продольными тягами. Первая ступень рессорного подвешивания выполнена со стальными винтовыми пружинами, вторая — с пневматическими баллонами. Соединение с рамой кузова выполнено с использованием сочлененных рычагов. По сравнению с тележками поездов серии 423 у новых тележек несколько изменены характеристики пружин, улучшена конструкция корпусов букс и установлены новые магниты системы управления движением поездов типа PZB.

Концевые тележки имеют шкворневое соединение с рамой кузова.

Все тележки всех вагонов оснащены тормозными блоками (по два на каждую колесную пару) с

цилиндрами, приводящими в действие дисковые тормоза. Шесть колесных пар имеют, кроме того, пружинные стояночные тормоза, а средняя тележка — комплект оборудования магнитно-рельсового тормоза.

Колесно-моторные блоки имеют традиционную конструкцию и аналогичны примененным на поездах серии 423. Тяговые двигатели с водяным охлаждением герметизированы и установлены поперек тележек. С редукторами, имеющими передаточное отношение 1: 6,33, они соединены посредством упругих клиновидных резинометаллических элементов. Как тяговые двигатели, так и редукторы частично подвешены на рамах тележек через упругие крепления. Каждый колесно-моторный блок при ремонте можно выкатить из-под вагона как единое целое. Колеса двух концевых тележек электрически связаны с главными трансформаторами через преобразователи обратного тока; колеса трех промежуточных тележек естественно заземлены.

Электрическая часть

При проектировании электрической части поездов серии 422 приняли, что их схемные решения и электрооборудование должны быть по возможности такими же, что и поездов серии 423, и содержать возможно большее число одинаковых компонентов.

Все электрическое (а также и пневматическое) оборудование размещено в контейнерах, подвешенных под рамами кузовов вагонов на S-образных направляющих, что позволяет при необходимости легко заменять контейнеры. На крышах смонтированы только установки кондиционирования воздуха и высоковольтная аппаратура. Оборудование и аппаратура небольших размеров размещены в отсеках под пультами управления и в задних перегородках кабин.

Тяговая схема

Тяговая электрическая схема поезда серии 422 состоит из двух идентичных «половинных» цепей, каждая из которых относится к одному из концевых и смежному с ним промежуточному вагону. Токоприемник, находящийся на одном из промежуточных вагонов, питает обе цепи через главные выключатели, которые в случае неисправности отсоединяют соответствующую цепь от контактной сети в течение 2 мс. В одном блоке с главными выключателями скомпонованы измерительные трансформаторы тока и напряжения и устройства защиты от пиковых перенапряжений.

От каждого такого блока по кабелям питание подается на главные трансформаторы с масляным охлаждением, расположенные под рамами кузовов концевых вагонов. Каждый трансформатор имеет две тяговые вторичные обмотки и одну обмотку вспомогательных нужд. Масляные насосы и водомасляные теплообменники смонтированы в верхней части контейнеров с трансформаторами.

Выводы обеих вторичных обмоток каждого трансформатора подаются на напряжение 900 В частотой 16,7 Гц на четырехквadrантные регуляторы, вырабатывающие напряжение постоянного тока; пульсации тока частотой 16,7 Гц гасятся специальной схемой в трансформаторе. Параллельно соединенные выводы двух четырехквadrантных регуляторов вместе с подключенными к ним конденсаторами образуют промежуточные звенья постоянного тока, от которого получают питание инверторы, каждый из которых в свою очередь питает трехфазным переменным током регулируемого напряжения и частоты четыре тяговых двигателя соответствующей «половинной» цепи.

Все преобразователи построены на биполярных транзисторах с изолированным затвором (IGBT)

и имеют водяное охлаждение. Эксплуатационные параметры тяговой схемы постоянно контролируются; в случае обнаружения отклонений от нормального режима работы соответствующий компонент схемы немедленно идентифицируется и отключается (или исходящие от него импульсы гасятся), так как устранение отклонений может привести к повреждению силовых полупроводниковых приборов.

Четырехполюсные трехфазные асинхронные двигатели каждой цепи всегда соединены параллельно. Их работа контролируется по частоте вращения и температуре ротора. Максимальная частота вращения равна 6000 об./мин. Все четыре тяговых двигателя группы имеют общую систему жидкостного охлаждения, в которой хладагент циркулирует в полостях статоров, а теплообмен между роторами и статорами осуществляется через воздушный промежуток.

Вспомогательные схемы

Оба главных трансформатора через соответствующие вторичные обмотки выдают напряжение 370 В, 16,7 Гц для питания всех бортовых систем, в том числе отопления. Это питание осуществляется от нескольких преобразователей вспомогательных нужд, размещенных в промежуточных вагонах поезда.

Один из преобразователей мощностью 90 кВ·А выдает, с одной стороны, трехфазное напряжение фиксированной величины (460 В) и частоты (60 Гц) и, с другой стороны, напряжение регулируемой величины (50–460 В) и частоты (5–60 Гц). Фиксированное напряжение служит для электроснабжения через поездную шину переменного тока различных потребителей энергии, таких, как мотор-вентиляторы, трансформаторы для питания розеток напряжением 120/230 В, а также обогреватели рабочих мест машинистов, а регулируемое — для

электроснабжения установок кондиционирования воздуха в кабинах управления.

Второй преобразователь, имеющий мощность 13 кВт, выдает напряжение 110 В постоянного тока и предназначен в основном для подзаряда через поездную шину постоянного тока аккумуляторных батарей, размещенных в ящиках под кузовами промежуточных вагонов. Параметры подзаряда программируются в зависимости от температуры. В поездах серии 422 используются батареи свинцовых аккумуляторов емкостью 61 А·ч с твердым электролитом гелевой консистенции, не требующим пополнения в течение всего срока службы.

Третий преобразователь, имеющий мощность 500 Вт, преобразует получаемое от поездной шины напряжение 110 В постоянного тока в выходное напряжение 24 В для питания различного оборудования и аппаратуры бортовых систем управления и контроля.

Поездная шина переменного тока может быть подключена к внешнему источнику электропитания с напряжением 3×400 В и частотой 50 Гц (параметры национальной энергосети) через специальные розетки на одном из промежуточных вагонов. Такое подключение допустимо только во время стоянок при опущенном токоприемнике, что контролируется защитным устройством.

Система отопления, вентиляции и охлаждения пассажирских вагонов спроектирована в расчете на по возможности минимальное потребление электрической энергии от контактной сети и максимальное использование тепловой энергии, вырабатываемой различным бортовым оборудованием, в том числе главными трансформаторами и тяговыми двигателями.

Основное оборудование системы отопления, вентиляции и охлаждения (HLKR) размещено на крышах

всех четырех вагонов. В каждый комплект входят:

- теплообменник с фильтром и вентилятором для охлаждения (при необходимости) вводимого снаружи воздуха;
- устройство для восприятия тепловой энергии от бортовых систем охлаждения и передачи ее в систему отопления;
- электронагреватель системы отопления, включаемый при необходимости;
- расширитель;
- теплообменник системы охлаждения тягового электрооборудования.

Воздухопроводы проложены в каждом вагоне в пространстве между крышей и потолком. У входных дверей устроены жалюзи в целях создания тяги для удаления из вагонов несвежего воздуха. В каждом пассажирском салоне под креслами расположены водонагреватели системы отопления для обеспечения нагрева воздуха на возможно более низкой высоте; эти нагреватели используются также для предварительного прогрева салонов перед посадкой пассажиров.

Тормозная система

Основное тормозное оборудование и аппаратура для поездов серии 422, размещенные под кузовами вагонов и на тележках, поставлены компанией Knorr-Bremse. В частности, специально для этих поездов Knorr-Bremse разработала новый контрольно-управляющий модуль типа EC Compact, который совместно с модулем управления тяговым приводом типа MITRAC компании Bombardier Transportation гарантирует согласованную работу всей тормозной системы.

В нормальном режиме функционирования эти модули обеспечивают создание должного уровня давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах, регулирование тормозного усилия основного (непрямо-

действующего) и вспомогательно (прямодействующего) тормозов, контролируют работу противоюзной защиты. Каждая тележка имеет собственный комплект оборудования, а контрольно-управляющая аппаратура объединена отдельной шиной.

Основным служебным является электродинамический тормоз, работающий преимущественно в рекуперативном режиме. Тормозное усилие с выработкой электроэнергии создается тяговыми двигателями всех восьми обмоточных колесных пар. В случае отказа электродинамического тормоза по внешним или внутренним причинам все его функции немедленно передаются пневматическому тормозу с микропроцессорным электрическим управлением. В обычном режиме электродинамический и электропневматический тормоза работают совместно, и система управления автоматически определяет, каким должно быть оптимальное соотношение между этими тормозами для достижения требуемого суммарного тормозного усилия. При скорости менее 7 км/ч функционирует только электропневматический тормоз. Стояночный тормоз (восемь комплектов оборудования на шести колесных парах) включается машинистом через отдельный магнитный вентиль.

Также машинист приводит в действие быстродействующий тормоз постановкой рукоятки «тяга — торможение» в позицию, соответствующую максимально тормозному усилию. При этом срабатывают все воздухораспределители и, следовательно, комплекты тормозного оборудования на всех десяти колесных парах. Аналогичный эффект создает нажатие машинистом кнопки экстренного торможения на пульте или срыв каким-либо пассажиром одного из кранов экстренного торможения (впрочем, последнее дей-

ствие может быть заблокировано машинистом). Магнитно-рельсовый тормоз средней тележки также срабатывает только при экстренном торможении.

В случае когда состав поезда серии 422 необходимо провести по линии с помощью иного тягового средства (при условии, что это тяговое средство оснащено тормозным оборудованием, сертифицированным МСЖД), работоспособность пневматического тормоза поезда сохраняется, если соединить тормозные магистрали. Модуль EC Compact обеспечивает при этом соблюдение всех нужных параметров торможения.

Сжатый воздух для питания пневматического тормоза и иного бортового пневматического оборудования вырабатывает поршневой безмасляный компрессор типа VV 120T, приводимый в действие электродвигателем мощностью 12 кВт. Производительность компрессора — 735 л/мин. С компрессором объединен двухкамерный воздухоосушитель, обеспечивающий влажность сжатого воздуха на уровне не выше 35% во избежание коррозии трубопроводов. Система работает автоматически, поддерживая давление воздуха в главном запасном резервуаре в диапазоне 8,5–10 бар. При работе нескольких поездов в сцепе все компрессоры включаются и выключаются одновременно. Имеется предохранительный клапан, срабатывающий, когда давление воздуха превышает 10,5 бар. Комплект компрессор — воздухоосушитель помещен в контейнер, упруго подвешенный под кузовом одного из промежуточных вагонов рядом с главным резервуаром.

Одной из проблем, возникших в ходе эксплуатации поездов серии 423, стало снижение тормозного усилия в сырую погоду или во время листопада. Впервые это явление обнаружилось в 2004 г., и специалистам ДВ пришлось предпринять

ряд мер по улучшению работы противоюзной защиты. Тем не менее в сентябре 2007 г. Федеральное бюро железных дорог Германии (ЕВА) приняло решение ограничить максимальную скорость поездов серии 423 до 125 км/ч, и данное ограничение остается в силе до сего времени.

Чтобы не допустить повторения этой проблемы с поездами серии 422, было решено оснастить дисковым пневматическим тормозом все десять его колесных пар (на поезде серии 423 тормозом оснащены восемь колесных пар) и дополнительно магнитно-рельсовым тормозом среднюю тележку.

Система управления

Функционированием всего бортового оборудования и аппаратуры поездов серии 422 управляет система MITRAC TCMS компании Bombardier Transportation. Она же контролирует техническое состояние основных агрегатов и узлов.

В системе используются несколько компьютеров, работающих на уровне как отдельных вагонов, так и всего поезда. Имеются также несколько микропроцессоров, выполняющих специфические функции на уровне отдельных единиц оборудования. При проектировании системы зарезервирована возможность расширения круга ее функций, увеличения производительности и повышения быстродействия в расчете на перспективные потребности.

Компьютеры и микропроцессоры распределены по всем вагонам поезда. Связь между ними, а также с измерительной аппаратурой и исполнительными механизмами систем отопления и вентиляции, управления дверными приводами и др. осуществляется с помощью поездной шины (WTV) и многофункциональных вагонных шин (MVB), соединенных через межсетевые интерфейсы.



Рис. 3. Пульт управления

На каждом пульте управления (рис. 3) установлены два дисплея интерфейса «человек — машина» (ММИ), дисплей интерфейса «машина — технические средства» (МТД) и многофункциональный дисплей (МФД). Кроме того, имеются обычные рукоятки управления тягой и торможением, кнопочные и тумблерные переключатели режимов работы бортового оборудования, а также аппаратура управления системой информирования пассажиров. Сеть управления и контроля включает шесть интеллектуальных кольцевых IP-коммутаторов, два центральных модуля для реализации основных функций управления и один центральный модуль для реализации функций диагностирования.

Централизованная контрольно-управляющая система организует потоки информации по разным каналам передачи данных, проверяет выполнение команд и снабжает машиниста необходимыми сведениями. В нее входят несколько функциональных модулей. Модуль тяги (TCU) обеспечивает правильную

работу тягового привода в режимах тяги и электродинамического торможения, тормозной модуль (GU) — правильную работу всех компонентов тормозной системы, модуль дверей (LTG) — правильную работу всех дверных приводов. Коммуникации между модулями и центральной системой осуществляются через последовательный интерфейс типа RS 485.

На поездах серии 422 применена разработанная компанией Bombardier специально для использования на железных дорогах Германии система локомотивной сигнализации EBI Cab 500 PZB, полностью совместимая с системой автоблокировки PZB 90. Она непрерывно контролирует скорость движения поезда в зависимости от ситуации на линии и автоматически приводит в действие тормоза в случае превышения скорости. В систему интегрирован также регистратор событий типа DSK 22, записывающий в памяти все основные параметры ведения поезда и функционирования основных узлов и агрегатов.

Кабины управления

Кабины управления поезда серии 422 полностью отвечают требованиям стандарта МСЖД 651 и немецкого стандарта DIN 5566. Они в основном унифицированы с кабинами поездов серии 423 и отличаются лишь некоторыми отдельными чертами. Во-первых, как указано выше, усилена конструкция рам в целях повышения сопротивляемости разрушению. Во-вторых, изменена конструкция входных дверей, которые теперь при открывании не сдвигаются вдоль боковых стенок, а утапливаются в них. В-третьих, изменена внутренняя компоновка в соответствии с изменившейся конфигурацией лобовых стенок концевых вагонов. Усовершенствована система кондиционирования воздуха, введен обогрев кресел, усилены отопление и вентиляция в зоне расположения ног машиниста.

Пассажирские салоны

Здесь также достигнута высокая степень унификации с салонами поездов серии 423. Вместе с тем, поскольку стандартизированная высо-

та посадочных платформ на остановочных пунктах сети региональных сообщений равна 960 мм над УГР, высота входных ступенек установлена равной 995 мм, так что посадка и высадка пассажиров осуществляется практически без затруднений и для прохода в вагон, пол в котором расположен на уровне 1025 мм над УГР, надо лишь преодолеть еще одну невысокую ступень. С учетом того, что полигон обращения поездов серии 422 ограничен линиями категории S-Bahn, стало возможным несколько увеличить ширину кузовов, а следовательно, и пассажирских салонов.

С обеих сторон каждого вагона размещены по три сдвижных двусторчатых двери с электрическим приводом. Ширина дверных проемов равна 1300 мм. На каждой входной площадке смонтированы кнопки открывания и закрывания дверей, причем можно прервать процесс закрывания, чтобы вновь открыть двери. В конструкцию дверей и дверных приводов включены меры обеспечения безопасности, например датчики зажатия пассажира или багажа между дверными створками. Приводы дверей оснащены таймерами, так что дверь, от-

крытая пассажиром, автоматически закрывается по истечении определенного времени в случае отсутствия других входящих или выходящих пассажиров.

В ходе эксплуатации поездов серии 423 выявилась проблема, связанная с автоматическим закрыванием дверей и вынудившая перейти на закрывание дверей машинистом. При этом, когда два или три поезда эксплуатируются в сцепе с управлением по системе многих единиц, во избежание инцидентов с пассажирами, не успевшими войти в поезд или выйти из него, приходится прибегать к содействию станционного персонала, так как машинист не может полностью контролировать ситуацию в хвосте объединенного поезда большой длины. На поездах серии 422 эту проблему, как полагают, удалось решить путем применения оптических датчиков. В случае успеха это нововведение будет распространено и на парк поездов серии 423.

Кресла в пассажирских салонах расставлены по типичной для второго класса схеме 2 + 2, за исключением зон, смежных с первыми и последними дверями поезда. Эти зоны за кабинами управления обустроены как восьмиместные салоны первого класса. Выделена также многофункциональная зона с пространством для проезда одного пассажира на инвалидной коляске и размещения крупногабаритного багажа, например велосипедов (рис. 4). Эта зона оснащена восемью откидными сиденьями, а в дверных проемах устроены выдвижные рампы для облегчения посадки и высадки лиц с ограниченными физическими возможностями. Кресла, имеющие прочную обивку, во втором классе расставлены с шагом 1650 мм, в первом — с шагом 1825 мм; кресла первого класса немного просторнее и имеют подлокотники и со стороны боковых стенок вагона. Ширина двоярного кресла второго класса равна 950 мм.



Рис. 4. Входная площадка и многофункциональная зона (фото: DB)

Межвагонные переходы выполнены максимально возможной ширины, не имеют дверей и защищены звукоизолирующими резиновыми суфле. В отличие от поездов серии 423 в поездах серии 422 применены так называемые плавающие полы. Настил пола изготовлен из многослойной клееной березовой фанеры, на него уложено обычное покрытие. С нижней стороны на настил нанесены полосы из материала Sylodine, что обеспечивает эффективное поглощение шума. Кресла и прочее оборудование в салонах смонтированы так, чтобы облегчить внутреннюю уборку.

Освещение пассажирских салонов обеспечивается проходящими в средней части потолка двумя лентами люминесцентных ламп мощностью 36 Вт, помещенных внутрь прозрачного защитного кожуха. Кожух рассчитан так, чтобы свет частично был направлен вниз, а частично вверх. Все материалы, примененные в системе освещения, соответствуют последним нормам в отношении противопожарной защиты.

В поездах серии 422 уделено большое внимание повышению сопротивляемости проявлениям вандализма и созданию у пассажиров ощущения безопасности. На наружные стенки кузовов вагонов нанесено лакокрасочное покрытие марки 2-K-PUR на основе полиуретана, не воспринимающее граффити. Обивка кресел имеет увеличенную толщину, ее трудно повредить ножом. Оконные стекла изнутри покрыты специальной пленкой, не позволяющей царапать стекла. Снаружи вагонов отсутствуют дверные ручки и другие выступающие предметы, к которым можно было бы прицепиться для бесплатного проезда «зайцем». Когда поезд находится в движении, дверные приводы заблокированы в закрытом положении, и машинисту немедленно передается сигнал о попытках принудительного открывания дверей. Широкие межвагонные переходы обес-



Рис. 5. Интерьер поезда серии 422; виден сквозной проход по всей длине поезда (фото: DB)

печивают хорошую видимость по всей длине поезда (рис. 5). Верхняя часть перегородок, отделяющих кабины управления от пассажирских салонов, застеклена, так что машинист в случае каких-либо осложнений может видеть, что происходит в салоне. Поезда оснащены также системой внутреннего видеонаблюдения, записи камер которой при необходимости направляются в компетентные органы для анализа.

Система информирования пассажиров интегрирована в систему управления поезда и в основном использует заранее записанные аудио- и визуальные сообщения. Наружные информационные табло, на которые выводится наименование станции назначения, выполнены на жидких кристаллах, внутренние — на светодиодах. На последние перед отправлением поезда выводится информация о станции назначения, а затем по мере движения поезда (на основе данных о пройденном расстоянии) — автоматически сменяемая информация о следующих остановочных пунктах по маршруту. Также автоматически меняется информация аналогичного содержания, периодически передаваемая пассажирам по громкоговорителям.

В случае необходимости машинист может вмешаться в работу системы и передать требуемую в зависимости от обстоятельств дополнительную информацию. Кроме того, на крышах концевых вагонов установлены громкоговорители, передающие информацию о движении поезда пассажирам, находящимся на станционных платформах.

Пассажиры имеют возможность срочной связи с машинистом через внутреннюю телефонную сеть, используя аппараты, размещенные на входных площадках.

Испытания и поставки

В июне 2008 г. к испытаниям, необходимым для получения сертификата ЕВА, были подготовлены первые восемь поездов. Один из них уже используется в опытной коммерческой эксплуатации, перевоза пассажиров по линии S7 Золинген — Дюссельдорф. Эти испытательные пробеги планируют выполнять до сентября 2008 г.

Поставки всех поездов должны быть завершены осенью 2010 г.

T. Kraus, J. Pernička. Railvolution, 2008, № 3, p. 25, 27–30.