



Рис. 2. Логистический центр в Шанхае

билета в спальный вагон при его гарантированно высоком уровне.

Rail Gourmet решила включить питание в стоимость билетов шести ночных поездов. Однако при вместимости 612 чел. и коэффициенте заполнения, обычно равном 70 %, бортовая инфраструктура не-

достаточно развита для обеспечения питанием всех пассажиров. Поэтому предпочтение отдали варианту специальных контейнеров, в которых поддерживается температура 65 °С в течение 4 ч.

В штате Shanghai Rail Gourme — 36 чел. производственного персонала и 14 административного. Ежедневно выпускается 2500 наборов для всех пассажиров спальных вагонов. Наборы для поездов, следующих из Шанхая, готовят в новом центре (рис. 2). Снабжение поездов из Пекина передано другому субподрядчику из-за неразвитости инфраструктуры. В начале 2005 г. планировали ввести в Шанхае в эксплуатацию еще один центр производительностью 10 тыс. наборов/сут.

Обслуживание Шанхая представляет первый этап плана освоения компанией рынков питания на крупных узловых станциях железных дорог Китая к Олимпийским играм 2008 г. В 2006 г. откроется второй логистический центр в Шанхае, предназначенный для снабжения поездов, следующих в южном направлении.

A. Persson. *Railway Gazette International*, 2004, № 12, p. 830 – 831.

Сочлененный электропоезд RAVe 526

В 1996 г. железнодорожные компании, ныне входящие в состав компании региональных перевозок Regionalverkehr Mittelland (RM), приняли решение о замене устаревшего подвижного состава, требовавшего высоких затрат на текущее содержание, электропоездами облегченной конструкции. Выбор пал на сочлененные электропоезда GTW 2/6 и GTW 2/8 компании Stadler Fahrzeuge.

С целью изучения возможностей нового подвижного состава у бывшей компании Mittelthurgaubahn (MThB) был взят в аренду сочлененный дизель-поезд с электрической передачей для выполнения испытательных поездок на горном участке Золотурн — Мутье с уклонами до 28 ‰.

В 1998 г. по поручению RM компания Süddeutsche Consultants объявила международный тендер на разработку моторвагонного поезда для региональных сообщений. RM приняла вариант, предложенный компанией Stadler Fahrzeuge, и в декабре 2000 г. заказала восемь сочлененных электропоездов GTW 2/6,

получивших серийное обозначение RAVe 526, и три отдельных вагона серии Vt с кабиной управления.

В 2002 г. последний заказ (на три вагона Vt) был отменен в пользу дополнительных GTW. Причиной этого послужила разработка планов развития городской железной дороги Берна, результаты которой свидетельствовали о том, что поезда типа GTW требуются в большем количестве и увеличенной составности. В связи с этим были дополнительно заказаны три GTW 2/8 (рис. 1) и четыре промежуточных вагона, которые позволят увеличить составность поездов GTW 2/6 до составности GTW 2/8. В таком виде заказ включал:

- шесть поездов RAVe 526 (GTW 2/6) с номерами 260 – 265;
- семь RAVe 526 (GTW 2/8) с номерами 280 – 286.

Общее описание и компоненты

В целом конструктивное исполнение нового поезда GTW для компании RM осталось таким же, как и более ранних серий этого семейства. Облегченные

Технические данные электропоездов GTW

Параметр	Серия и номер поезда		
	RABe 526 260 – 265	RABe 526 280 – 286	
Длина, мм:			
	по буферам	38 490 53 537	
по торцам кузовов	37 514	52 561	
Ширина кузова, мм	3 000		
Высота вагонов, мм	3 850		
Длина кузова вагона, мм:			
	концевого	16 507	
	промежуточного	15 047	
тягового модуля	4 500		
Колесная база тележек, мм:			
	моторной	2 100	
поддерживающей	2 100		
Диаметр колес тележек, мм:			
	моторной	860	
поддерживающей	750		
Ширина просвета входных дверей, мм	1 350		
Высота пола тамбура над УГР, мм	585		
Ширина колеи, мм	1 435		
Минимальный радиус проходимой кривой, м	80		
Сила тяги при трогании, кН	80		
Максимальное ускорение, м/с ²	1,15	0,85	
Максимальная скорость, км/ч	140		
Мощность на ободе, кВт:			
	максимальная	1 100	
продолжительная	800		
Масса вагона, кг:			
	концевого первого	19 600	
	концевого второго	19 500	
	промежуточного	—	20 900
тягового модуля	24 200		
Масса тары, кг	63 300	84 200	
Масса населенного поезда (240/330 чел., в среднем по 75 кг), кг	16 050	24 750	
Число мест для сидения:			
	первого класса	15	
	второго класса	88	148
общее	103	163	
Число мест для едущих стоя	107	163	
Общее число мест	210	326	



Рис. 1. Сочлененный электропоезд RABe 526 (GTW 2/8) компании RM

кузова вагонов выполнены из алюминия. Все оборудование тягового привода сконструировано в отдельном модуле.

В вагонах поезда с оптимально спланированными пассажирскими салонами и удобными тамбурами с пониженным уровнем пола имеется также просторное отделение многоцелевого назначения. Рядом с ним расположен туалет замкнутого типа, приспособленный для инвалидов на колясках. Пол пониженного уровня занимает около 75 % общей полезной площади вагонов и рассчитан для посадки/высадки с пассажирских платформ высотой 550 мм. Для перекрытия зазора между платформой и вагоном используется откидная рампа. У более низких платформ при посадке и высадке пассажиров выдвигается дополнительная подножка.

Поезда GTW (таблица) рассчитаны на эксплуатацию по системе многих единиц (до четырех поездов в сцепе). Все компоненты привода, требующие частых осмотров, расположены в тяговом модуле таким образом, что к ним обеспечен удобный доступ через люки, закрытые откидывающимися щитками, или из центрального прохода в вагонах.

Кузов головного вагона

Кузов головного вагона, как и остальных в поезде GTW, — алюминиевый и изготовлен с использованием сварки и болтовых соединений. Сварная нижняя рама, крепящиеся к ней на болтах боковые стенки, крыша из многослойных панелей, связанная с боковыми и торцовыми стенками с помощью клевого соединения, обеспечивают необходимую прочность кузова, отвечающую требованиям документа МСЖД 566. Вагон выдерживает испытательную нагрузку (продольное сжатие с усилием 1500 кН) и все эксплуатационные нагрузки, в том числе динамические.

**Тяговый модуль
и высоковольтное оборудование**

Корпус тягового модуля выполнен из стали и рассчитан на испытательное усилие сжатия 1500 кН. Он опирается на моторную тележку таким образом, что продольные силы передаются через него на кузов приблизительно на уровне пониженного пола.

Тяговое оборудование четырехвагонного поезда GTW 2/8 имеет достаточный запас мощности. Два независимых тяговых тракта обеспечивают работоспособность поезда при выходе из строя одного из них. Тяговые двигатели с принудительной вентиляцией имеют большой резерв термостойкости и позволяют эксплуатировать GTW на всей сети Федеральных железных дорог Швейцарии (SBB) нормальной колеи, электрифицированной по системе однофазного переменного тока напряжением 15 кВ и частотой 16,7 Гц.

Благоприятное соотношение между сцепным весом и общей массой, а также возможность индивидуального регулирования моторных осей обеспечивают требуемые тяговые характеристики (рис. 2) даже при плохом состоянии рельсов.

Токоприемник типа ESA Murgenthal, главный выключатель типа BVAC и главный трансформатор LOT 1000 относятся к оборудованию высокого напряжения. Трансформатор имеет одну первичную обмотку и три вторичные, две из которых тяговые напряжением 386 В и одна отопительная напряжением 400 В.

Преобразователь

К тяговым обмоткам трансформатора подключены преобразователи типа Bordline CC 750 компании ABB, смонтированные в шкафах. В каждом из них размещены:

- входной сетевой регулятор;
- трехфазный инвертор, питающий тяговые двигатели;
- преобразователь питания бортовой сети;
- зарядный агрегат для аккумуляторной батареи.

Все приборы, установленные в шкафу, охлаждаются водой.

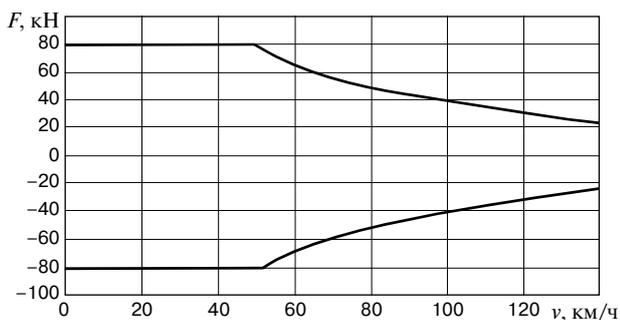


Рис. 2. Тяговая и тормозная характеристики поезда GTW 2/6

По сравнению с ныне используемыми тяговыми преобразователями Bordline CC 750 имеет относительно низкое напряжение промежуточного звена, равное 740 В.

Выбранная конфигурация отвечает современным стандартам промышленного привода мощностью до нескольких мегаватт. Для тяговой мощности требуемого уровня оптимальным является использование в качестве силовых полупроводниковых приборов биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT) на напряжение 1200 В.

IGBT-модули на такое напряжение для промышленных приводов серийно выпускают разные компании. Этим гарантируются надежность поставок, высокое качество и приемлемые цены.

Благодаря пониженному напряжению промежуточного контура достигается более низкая мощность коммутационных потерь. При высокой тактовой частоте, равной 2 кГц, для каждого входного регулятора требуется только одна тяговая обмотка, а сам трансформатор при этом имеет меньшее напряжение короткого замыкания. Это позволило реализовать облегченную конструкцию трансформатора высокой механической прочности и пониженной массы.

Высокая тактовая частота позволяет регулировать выходной инвертор во всем диапазоне частот с помощью синусоидальной широтно-импульсной модуляции. Благодаря этому на обмотки тяговых двигателей поступает почти синусоидальный ток, что способствует уменьшению потерь в тяговых двигателях и снижению уровня излучаемого ими шума. Кроме того, пониженное напряжение промежуточного звена уменьшает нагрузку на изоляцию обмоток, что повышает надежность и срок службы тяговых двигателей.

Принятое пониженное напряжение промежуточного звена является оптимальным для формирования напряжения бортовой сети 3×400 В. Преобразователь питания бортовой сети интегрирован в тяговый преобразователь. Благодаря этому сокращается количество компонентов конструкции и повышается надежность. При прохождении нейтральных вставок контактной сети напряжение бортовой сети можно поддерживать за счет энергии рекуперации.

Во всем диапазоне мощности КПД тягового преобразователя остается на высоком уровне. В условиях железнодорожной эксплуатации, где часты режимы неполной нагрузки, это способствует значительному сокращению потребления энергии.

Недостатком системы с пониженным напряжением являются более высокие токи и соответственно увеличенное сечение кабелей. Однако благодаря компактной конструкции преобразователя длина соединителей оказывается небольшой, поэтому расход меди фактически не увеличился.

Тяговый двигатель

Асинхронный трехфазный тяговый двигатель серии TMFI 59-34-4A компании Traktionssysteme, Австрия, имеющий мощность продолжительного режима 400 кВт и максимальную 550 кВт, получает питание от импульсного инвертора напряжения.

Двигатель, охлаждаемый с помощью самовентиляции и принудительной вентиляции, имеет достаточно высокую термическую постоянную времени. Его изоляция соответствует классу С (до 200 °С).

Вал ротора с одного конца имеет изолированный цилиндрический роликоподшипник. Другой его конец через жесткую на скручивание и упругую на изгиб стальную муфту связан с редуктором.

Для контроля температуры используется зонд РТ 100. Обмотка статора состоит из профильной меди, изолированной каптоном с вакуумной пропиткой на силиконовой основе (система Veridur). Роторная обмотка выполнена в виде беличьей клетки из медных стержней со стяжными кольцами.

Моторно-редукторный блок имеет полностью подпрессоренное исполнение. Двухступенчатый редуктор типа SZH 590 компании Voith Turbo установлен в тележке в поперечном направлении. Тяговый двигатель крепится на болтах к фланцу корпуса редуктора. Вращающий момент передается на ось колесной пары через полый вал и упругую муфту.

Система управления

Эта система выполняет функции регулирования, контроля, оптимизации и протоколирования отдельных процессов в подсистемах. В процессе управления поездом команды машиниста обрабатываются и преобразуются в соответствующие задачи для тягового и тормозного оборудования.

Концепция управления поездом базируется на семействе систем MAS-T и последовательных информационных шинах CANopen, CAN-powerline компании Selectron. Система управления имеет резервированное исполнение, поэтому, например, такой отказ, как выход из строя главного центрального процессора, не вызывает остановки поезда. Управление в этом случае реализуется с помощью распределенных центральных процессоров и узловых модулей.

Система торможения

В системе торможения основным является электрический тормоз, действующий на обе оси моторной тележки. Если задаваемое значение тормозной силы окажется большим, чем может реализовать электрический тормоз, дополнительно включается пневматический. Он в первую очередь воздействует на поддерживающие тележки, каждая из которых

Технические характеристики тягового преобразователя

Bordline CC 750

Сетевой регулятор

Входное напряжение, В.	384
Входная кажущаяся мощность, кВ·А.	775
Тактовая частота, кГц.	2
Напряжение промежуточного звена, В. . 740 (постоянного тока)	

Выходной трехфазный инвертор

Выходное напряжение, В.	480
Выходная мощность, кВ·А.	690
Тактовая частота, кГц.	2
Тип модуляции.	широотно-импульсная

Преобразователь питания бортовой сети

Выходное напряжение, В.	400
Выходная мощность, кВ·А.	50
Форма кривой напряжения.	синусоида
Коэффициент формы выходного напряжения, %.	<10

Зарядное устройство

Выходное напряжение, В.	42
Максимальный выходной ток, А.	200

имеет четыре тормозных диска на осях колесных пар, а также на моторные, тормозные диски в которых установлены на внутренней стороне колес.

В случае выхода из строя электрического тормоза пневматический обеспечивает необходимую силу торможения. Если включается экстренное торможение, дополнительно активизируется магнитно-рельсовый тормоз поддерживающих тележек.

С помощью тормозного крана машинист может в любое время пользоваться только пневматическим тормозом, воздействующим на все оси. Тормозной кран сконструирован в виде семиступенчатого переключателя, который управляет обмотками семиступенчатого электропневматического клапана, расположенного на центральной панели пневматического оборудования. В конечном положении тормозного крана машиниста активизируется магнитно-рельсовый тормоз.

В каждой кабине машиниста имеется кран экстренного торможения, обеспечивающий непосредственное соединение главной тормозной магистрали с атмосферой. Системы автостопа и контроля близости при срабатывании воздействуют на этот кран, включающий полное торможение.

В тамбурах вагонов установлены поворотные выключатели, выполняющие функции стоп-крана. Машинист из кабины может в случае необходимости отключить аварийное торможение, вызванное срабатыванием стоп-крана.

Поезд GTW оснащен противоюзной защитой, воздействующей на нужную ось с целью оптимального использования тормозной силы даже при низком коэффициенте сцепления. Ведущие оси дополнительно оборудованы стояночным тормозом, воздействующим на колесные тормозные диски, и тормозными колодками, служащими для очистки поверхности катания колес.

В тяговом модуле поезда также размещены главный и вспомогательный компрессоры, воздухоосушитель и несколько воздухохранивателей. Сжатый воздух используется для пневматического тормоза, пневморессор системы вторичного подвешивания, устройства открывания дверей, лубрикатора, песочницы и для других устройств. Вспомогательный компрессор получает питание от аккумуляторной батареи, главный — от бортовой системы электропитания.

Моторная тележка

Моторные тележки имеют такую же конструкцию, как в поезде RABe 520 SBB. Их максимальная осевая нагрузка равна 20 т, расстояние между осями 2100 мм и диаметр новых/изношенных колес 860/790 мм.

Длина тележки равна 3350 мм. Ее рама представляет собой сварную конструкцию из стали марки St 52-3. Особенностью конструкции является размещение точки крепления поводка на наружной стороне рамы. Первичное рессорное подвешивание реализовано на базе стальных пружин. Резиновые подкладки обеспечивают необходимую звукоизоляцию. Серийные поезда оборудованы гасителями колебаний в системе первичного рессорного подвешивания. На торцах осей установлены импульсные датчики пути и заземляющие щетки.

В системе вторичного рессорного подвешивания использованы две пневморессоры без траверсы и гасители колебаний. Воздушный резервуар для подпитки пневморессор смонтирован в нижней раме вагона. Под пневморессорами установлены комплекты пружин аварийного подвешивания.

В торцовых частях тележки смонтированы стабилизаторы и гасители поперечных колебаний. Передача продольных усилий на кузов осуществляется с помощью штанги, которая допускает также ограниченный поворот.

Четыре колесных тормозных блока оснащены автоматическими регуляторами рычажной передачи и частично тормозными цилиндрами с пружинным аккумулятором энергии.

Из специального оборудования можно назвать смонтированные в тележке трубы пескопровода. Пескораздаточный бункер смонтирован в нижней раме вагона.

Поддерживающая тележка

Эта тележка рассчитана на максимальную осевую нагрузку 9 т, расстояние между ее осями равно 2100 мм и диаметр новых/изношенных колес 750/690 мм. Рама тележки из стали St 52-3 имеет традиционную сварную конструкцию. Все места установки на ней элементов оборудования проходят механическую обра-

ботку. К стальным трубам воздухопроводов крепятся тормозные блоки.

Первичное рессорное подвешивание имеет такую же конструкцию, как и в моторной тележке. Стальные пружины, резиновые подкладки, гасители колебаний первичного подвешивания относятся к серийной продукции.

Вторичное рессорное подвешивание выполнено на пневморессорах со сквозной траверсой. В эту же траверсу встроены воздушный резервуар подпитки. Внутри пневморессор находятся аварийные пружины. Поворот тележки осуществляется с помощью лемнискатных и продольных поводков. Гаситель колебаний и стабилизатор являются составными частями системы вторичного рессорного подвешивания. Тележка оборудована ограничителями поперечного смещения и подготовлена к установке гасителей колебаний виляния.

Над осевыми тормозными дисками установлены четыре тормозных блока с регуляторами рычажной передачи. Отдельные блоки оснащены пружинными аккумуляторами энергии с механическими устройствами аварийного торможения. Тележка оборудована магнитно-рельсовым тормозом на высокой подвеске согласно нормам МСЖД.

В качестве специального оборудования смонтированы лубрикатеры, наносящие смазку на гребни бандажей передней колесной пары.

Автоматическая сцепка

Сочлененные электропоезда компаний RM и Turbo, а также поезда Flirt (SBB) оснащены автоматической сцепкой типа FK-9-6/FK-15-12 компании Schwab Verkehrstechnik. Благодаря самоустановке гидропневматического ударно-тягового устройства автоматическая фронтальная сцепка может гасить до 120 кДж энергии при ходе поглощающего устройства 150 мм. В этом случае соударение двух поездов GTW при движении со скоростью 10 км/ч не приводит к повреждениям.

Тяговое усилие в сцепленных поездах передается через прочные детали головки автосцепки. На механизм блокировки приходится только 15 – 20 % тягового усилия. Это положительно сказывается на габаритах механизма, что, в свою очередь, уменьшает износ и затраты на текущее содержание. Главной особенностью сцепки является возможность ее расцепки вручную без осаживания поезда, который может иметь большую массу.

Автосцепка с соединением электрических линий имеет модульную конструкцию и по желанию заказчиков может быть скомпонована соответствующим образом; соединение воздушной (тормозной) магистрали интегрировано в лобовую поверхность узкой головки автосцепки.

Если новая концепция эксплуатации городской железной дороги Берна потребует объединения в один состав поездов GTW компании RM и RABe 525 (Nina) компании BLS, то потребуются замена автосцепки на базе стандарта BLS и соответствующее согласование электрических соединений.

Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание

До декабря 2004 г. планировалось распространить поезда GTW на всю сеть компании RM за исключением линии Лангенталь — Вольхузен. После перехода на зимний график движения предполагали начать эксплуатацию поездов большой составности GTW 2/8 на маршруте S44 городской железной дороги от станций Лангнау и Вилер через Бургдорф и Берн до станции Росхойзерн с формированием в Бургдорфе поездов, идущих на ответвление. Поезда меньшей составности GTW 2/6 планировали ввести в обращение на линии Золотурн — Мутье.

С вводом в эксплуатацию сочлененных поездов стала возможной реализация новой концепции технического обслуживания. Все работы по техническому обслуживанию, а также уборка вагонов и мойка поездов проводятся в депо Бургдорф, где также планируется строительство нового депо. Уборка в вагонах проводится и в других пунктах сети RM.

Капитальный ремонт

Капитальный ремонт выполняется в депо Обербург компании RM с периодичностью 6 лет или после пробега 850 тыс. км. Все депо RM оптимально приспособлены для технического обслуживания сочлененных поездов (типа GTW или других) по следующим причинам:

- подача поезда на ремонтные пути осуществляется без помощи трансбордера, имеющего ограничения по длине состава;
- устройство для опускания тележек позволяет быстро заменять их без подъема вагонов поезда;
- осмотр отдельных компонентов проводится по потребности, независимо от ревизии тележек.

Экономия затрат на техническое обслуживание обеспечивают следующие факторы:

- небольшая потребность в резерве подвижного состава;
- меньшие затраты на работы в ночное время;
- небольшая численность персонала депо.

Техническое обслуживание поездов проводится на базе планирования с применением электронной обработки. Все работы выполняются квалифицированными специалистами.

H. Hubli et al. Eisenbahn-Revue, 2003, № 11, S. 498 – 503.

Опытный участок новой транспортной системы в Падерборне

Университет Падерборна (Германия) разработал новую рельсовую транспортную систему, в которой пассажиров и грузы перевозят автономные транспортные единицы. Тяговый привод этих транспортных единиц базируется на линейном двигателе, для регулирования которого требуются разнообразные информационные и телекоммуникационные устройства. Испытания новой транспортной системы ведутся на опытном участке в Падерборне с 2004 г.

Большие затраты времени на перевозку по железным дорогам являются причиной того, что пока не удается передать им достаточную часть грузо- и пассажиропотоков с автомобильного транспорта. Даже в

пассажирских перевозках дальних сообщений средняя маршрутная скорость не превышает 100 км/ч, если пункты отправления и назначения непосредственно не связаны высокоскоростной линией. В грузовых перевозках скорость доставки в значительной степени снижается из-за потерь времени на формирование и расформирование поездов на сортировочных станциях.

Эти слабые стороны железнодорожного транспорта могут быть исключены при эксплуатации новой транспортной системы, разработанной в университете Падерборна. Ее концепция, получившая название Neue Bahntechnik Paderborn, характеризуется следующими свойствами и особенностями:

- вместо поездов для перевозки пассажиров и грузов применяются автономные экипажи. Эти тран-