

Тележка моторного головного вагона высокоскоростного поезда AVE

Конструкция тележки моторного головного вагона высокоскоростного пассажирского поезда AVE S/102 государственных железных дорог Испании (RENFE) относится к семейству Flexifloat, а концепция тягового привода та же, что и у высокоскоростного поезда ICE 3.

В 1998 г. компания Patentes Talgo S.A. поручила компании Bombardier, тогда еще Adtranz, разработать и изготовить в рамках проекта «Talго 350 Vorserie (Talго-TAV)» электрическую часть, систему управления и полностью укомплектованные тележки для моторного головного вагона (тягового модуля) высокоскоростного поезда.

В состав опытного высокоскоростного поезда Talго-TAV вошли моторный головной и шесть промежуточных вагонов компании Talго, имеющих ходовую часть с колеса-

ми, вращающимися на неподвижной оси. Предъявляемые к моторной тележке данного проекта требования вытекают из следующей концепции поезда:

- максимальная нагрузка на ось — 17т;
- конструктивная скорость — 350 км/ч;
- мощность, приходящаяся на одну ось — 1 МВт.

Концепция пневматического тормоза предусматривает автоматическое включение аварийного торможения со скорости 330 км/ч

в случае выхода из строя электрического тормоза моторного вагона.

На базе обширного опыта, накопленного компанией Bombardier в области конструирования моторных тележек для поездов как с распределенной тягой, так и с концевыми моторными вагонами, проведены широкие исследования, необходимые для выбора нужной концепции. При этом были взвешены все преимущества и недостатки различных реализованных концепций тележек, проведено сравнение их систем тягового привода, торможения, рессорного подвешивания и гашения колебаний.

Моторные тележки поезда Talго-TAV почти без изменения были использованы для серийного производства поездов AVE S/102.

Тележки для концевых и распределенных по длине поезда моторных вагонов

В высокоскоростных поездах используются две концепции:

- поезд с немоторными промежуточными вагонами и двумя концевыми моторными (тяговыми модулями) или же с одним тяговым модулем в одном конце поезда и вагоном с кабиной управления в другом;
- моторвагонный поезд с распределенной тягой.

В поезде AVE S/102 (рис. 1) реализована первая из названных концепций. В целом к тележке головного моторного вагона предъявляются следующие требования:

- концентрация тяги в концевых модулях требует повышенной мощности, приходящейся на одну ось. Для размещения тягового привода необходимо увеличенное габаритное пространство;
- отсутствие переменной вертикальной нагрузки дает возможность рессорное подвешивание, в частности вторичное, рассчитывать исходя из постоянной массы, так как в концевых моторных вагонах нет пассажирских мест;



Рис. 1. Высокоскоростной поезд AVE S/102 (фото: Bombardier)

• невысокие требования к плавности хода и уровню комфорта позволяют во вторичном рессорном подвешивании использовать не пневматические, а винтовые рессоры.

Одно из самых главных требований, которому должна отвечать тележка, — это устойчивое движение при высокой скорости. Для выполнения данного требования необходимы следующие характеристики:

- большая осевая база тележки;
- низкий момент инерции относительно вертикальной оси;
- небольшая неподдресоренная масса;
- наличие развязки между масса тягового привода и тележки.

Все предъявляемые требования едва ли выполнимы для тележек тягового модуля или выполнимы лишь с очень большими затратами. В связи с этим в моторной тележке поезда AVE S/102 не удалось учесть все рассмотренные требования.

Для получения более полного представления о высокоскоростных тележках целесообразно рассмотреть ряд уже реализованных конструкций.

Тележки поездов ICE 1 и ICE 2

На железных дорогах Германии (DB) тележки, рассчитанные на высокую скорость движения, имеют поезда с концевыми моторными вагонами или тяговыми модулями серий ICE 1 и ICE 2 (таблица). Им предшествовал опытный поезд ICE/V.

Эти тележки относятся к семейству Flexifloat. Основные их характеристики вытекают из концепции тягового привода. Механический тормоз здесь интегрирован в блок привода. Тягово-тормозной узел подвешен со стороны тягового двигателя к кузову, а с другой стороны с помощью маятниковой опоры — к раме тележки. Такая концепция привода характеризуется следующими свойствами:

Технические характеристики моторных тележек высокоскоростного подвижного состава

Характеристика	Поезда ICE 1, ICE 2, ICE/V	Электровоз серии 101	Электропоезд ICE 3
Осевая нагрузка, т	19,5	21	17
Мощность на ось, МВт	1,2	1,6	0,5
Эксплуатационная скорость, км/ч	280	220	330
Испытательная скорость (ICE/V), км/ч	407	—	—
Диаметр колес, мм	1040	1250	920
Осевая база, мм	3000	2650	2500

- наличием развязки между массами тягово-тормозного оборудования и тележки;
- низкой неподдресоренной массой.

Данное решение оказалось достаточно дорогим и потребовало соответствующих затрат.

Тележка электровоза серии 101

Несмотря на то что электровоз серии 101 не рассчитан на скорость выше 300 км/ч, его тележка (см. таблицу) была сконструирована на базе тележки концевого моторного вагона поезда ICE 1 и усовершенствована. Она также относится к семейству тележек Flexifloat и базируется на конструкции тележки поездов ICE 1 и ICE 2. Ее тяговый привод аналогичен приводу высокоскоростных поездов, но несколько упрощен, имеет более высокую мощность и рассчитан на меньшую эксплуатационную скорость движения.

Тележка поезда ICE 3

Еще одним примером является моторная тележка поезда ICE 3 железных дорог Германии. Концепция этого поезда предусматривает использование распределенной тяги. Конструкция тележки и технические данные (см. таблицу) отличаются от рассмотренных ранее. Тяговые двигатели установлены на дополнительную несущую раму, которая подвешивается под основной рамой тележки с возможностью поперечных упругих смещений.

Общее описание тележек семейства Flexifloat

Тележки Flexifloat принадлежат к семейству локомотивных тележек, которые созданы на базе опытных образцов, разрабатывавшихся для локомотивов с современным асинхронным трехфазным тяговым приводом.

Данная концепция обеспечивает потребности как тяжеловесного грузового, так и высокоскоростного пассажирского движения. Типичные характеристики тележек Flexifloat:

- первичное рессорное подвешивание на винтовых пружинах. Направление колесной пары в продольном направлении реализуется с помощью поводка, а в поперечном — с помощью винтовых рессор;
- пружины вторичного рессорного подвешивания опираются на продольные балки рамы тележки;
- передача тяговых и тормозных усилий от тележки к кузову осуществляется низко расположенной штангой.

Тележки этого типа хорошо себя зарекомендовали на сетях разных стран.

Концепция моторной тележки для поезда AVE S/102

Благодаря положительному опыту, полученному при создании и эксплуатации тележек поездов ICE 1 и ICE 2, для моторной тележки поезда AVE S/102 также было



Рис. 2. Тележка головного моторного вагона поезда AVE S/102 (фото: Bombardier)

решено использовать концепцию тележек семейства Flexifloat. В то же время были позаимствованы некоторые решения, реализованные на высокоскоростных электропоездах семейства ICE и электровозе серии 101. Так, у поездов ICE 1 и ICE 2 были взяты концепция Flexifloat и развязка масс тягового привода и тележки. При этом концепция тягового привода была выбрана иная. Диаметр колес принят равным 1040 мм. У поезда ICE 3 позаимствована концепция распределенного тягового привода, но при иной подвеске тяговых двигателей. У электровоза серии 101 взята осевая база тележки, равная 2650 мм.

Общее описание моторной тележки поезда AVE S/102

При разработке и конструировании моторной тележки для поезда AVE S/102 (рис. 2) руковод-

ствовались не только стандартными требованиями (максимальные осевая нагрузка и скорость, установленная тяговая мощность на ось), но также и специальными условиями – высокими требованиями к системе пневматического торможения. В связи с этим пневматический тормоз головного моторного вагона нужно было сконструировать таким образом, чтобы в случае выхода из строя электрического тормоза моторный вагон при включенном экстренном торможении смог автоматически затормозить со скорости 330 км/ч.

Первые исследования на этапе разработки концепции показали, что для выполнения данного требования необходимо установить три тормозных диска на каждую колесную пару моторной тележки. Такое высокое требование, предъявляемое к тормозному оборудованию, следовало рассматривать в зависимости от варианта составности поезда: один головной моторный вагон и шесть промежуточных вагонов Talgo (одна секция моторвагонного электропоезда по проекту Talgo 350 Vorserie) или два концевых моторных и 14 промежуточных вагонов Talgo (серийный полносоставный поезд AVE S/102). При этом промежуточные вагоны должны иметь специальную ходовую часть с колесами, свободно вращающимися на неподвижной оси.

Из представленной концепции ходовой части видно, что требования, предъявляемые к осевой нагрузке и мощности, находятся в пределах параметров тележки, ранее разработанной компанией Bombardier для высокоскоростного подвижного состава. После обстоятельного рассмотрения концепции было принято решение скомбинировать тележку Flexifloat, используемую в локомотивах или головных моторных вагонах, с концепцией тягового привода, применяемого на моторвагонных поездах. Таким образом, моторная тележка поезда AVE S/102 по своей базовой конструкции в основном обладает характеристиками тележек Flexifloat, а именно в части опирания кузова вагона на рессоры Flexicoil, передачи сил тяги и торможения между тележкой и кузовом с помощью низкорасположенной штанги, типа первичного рессорного подвешивания и принципа направления колесных пар.

В результате выбора системы тягового привода с редуктором, установленным на оси, и тяговыми двигателями, подвешенными в раме тележки, удалось кроме двух тормозных дисков, смонтированных на обоих колесах, установить также по одному тормозному диску на осях обеих колесных пар. Таким способом было выполнено требование об оснащении каждой колесной пары моторной тележки тремя тормозными дисками. Если сравнить полученные технические характеристики моторной тележки поезда AVE S/102 с соответствующими параметрами предсерийного образца, то можно увидеть, что они почти не изменились.

Тяговый привод

Тяговый двигатель, имеющий в 3 раза большую мощность, чем двигатель поезда ICE 3, упруго (в поперечном направлении) подвешен в тележке за две маятниковые опо-

Основные технические характеристики моторной тележки головного вагона поезда AVE S/102	
Осевая нагрузка, т	17,5
Мощность на ось, МВт	1
Эксплуатационная скорость, км/ч	330
Испытательная скорость, км/ч	363
Диаметр колеса, мм	1040
Осевая база, мм	2650

ры к средней поперечной балке и с помощью одной резиновой опоры — к концевой.

Оптимальная величина перемещений тягового двигателя в поперечном направлении обеспечивается регулировкой поперечной упругости и характеристикой соответствующего гасителя колебаний. Редуктор имеет компактную конструкцию и во время монтажа поставляется комплектно с колесной парой, в результате чего отпадает необходимость в выполнении дополнительных сборочных работ. Корпус редуктора опирается на кронштейн, который на болтах крепится к средней поперечной балке рамы тележки.

В режиме тяги и электрического торможения вращающий момент тягового двигателя передается на редуктор через зубчатую муфту с круговыми зубьями. Кроме соединения тягового двигателя с редуктором, эта муфта выполняет еще одну задачу. Благодаря круговым зубьям она делает возможными относительные перемещения упруго подвешенного тягового двигателя и редуктора, смонтированного на оси.

Параметры подвески тягового привода (жесткость, амортизация, зазоры) были определены в результате тщательного анализа динамики движения и расчета конструкции привода и тележки в целом. При этом отчасти противоречивые требования, предъявляемые к данным параметрам, были согласованы в ходе итеративного процесса поиска оптимальной конструкции системы.

Примером этому служат требования динамики движения, предъявляемые к жесткости подвески привода, с одной стороны, и возможности конструктивной реализации эластомерных узлов, компенсирующих относительные перемещения компонентов тягового привода, а также привода и тележки, с другой. После этого кон-

структорам были предоставлены исходные параметры для расчета зубчатой муфты с круговыми зубьями, учитывающие ограничения максимальных колебаний тягового двигателя и колесной пары с учетом требований динамики движения. Рассчитанные показатели возникающих относительных перемещений получили подтверждение во время измерительных поездок.

Зубчатая муфта с круговыми зубьями, состоящая из двух полу-муфт с соединительными фланцами для болтового крепления, представляет собой с точки зрения текущего содержания очень простой элемент соединения тягового двигателя и колесной пары. В сочетании с удобным в обслуживании механизмом направления он значительно облегчает и ускоряет замену колесных пар.

Тормозное оборудование

Для выполнения требований, предъявляемых к тормозному оборудованию, на каждое колесо был установлен вентилируемый тормозной диск диаметром 870 мм. Кроме того, на оси смонтирован также вентилируемый тормозной диск диаметром 640 мм. Несмотря на различие конструкций колесных и осевых тормозных дисков, для них разработаны одинаковые тормозные накладки, что существенно упрощает процесс замены деталей во время выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту. Эффективность тормозного оборудования была проверена и оценена в ходе стендовых и ходовых испытаний. Клещи дискового тормоза установлены на концевой поперечной балке рамы тележки. Монтаж клещей колесных дисков на средней поперечной балке, т. е. ближе к центру тележки, с целью уменьшения момента инерции масс относительно вертикальной оси оказался невозможным из-за габаритов тя-

гового двигателя, и этот факт пришлось учитывать при расчете динамики движения.

Рама тележки, рессорное подвешивание и колесная пара

Рама тележки, выполненная из сварных коробчатых балок, имеет, как и вся тележка, очень простую конструкцию. Концепция ее была заимствована у электровагона серии 101. Благодаря изогнутости продольных балок рессоры второй ступени рессорного подвешивания имеют небольшую высоту над УГР и соединены с кузовом вагона.

Кузов вагона опирается на четыре винтовые пружины каждой тележки, которые попарно установлены на продольных балках. В соответствии с принципом Flexifloat рессоры воспринимают помимо вертикальной нагрузки также и перемещения кузова в поперечном направлении. То же самое относится к первой ступени рессорного подвешивания, где рама тележки опирается на винтовые пружины, расположенные с двух сторон каждой колесной пары и выполняющие таким образом роль вертикальной опоры и направления колесной пары в колее.

Как первая, так и вторая ступень рессорного подвешивания соответственно адаптированы к особым требованиям динамики движения (жесткость пружин, характеристики гасителей колебаний). Несмотря на увеличение неподрессоренной массы, вызванное установкой трех тормозных дисков на каждой колесной паре, и наличие редуктора, были найдены возможные альтернативные решения, направленные на уменьшение неподрессоренных масс. Так, насколько возможно, была облегчена колесная пара за счет моноблочных дисковых колес диаметром 1040 мм, полый оси колесной пары и использования легких сплавов для корпусов букс и редукторов.

Динамика движения

При исследовании динамики движения в первую очередь были подробно рассмотрены некоторые негативные моменты, связанные с принятой концепцией и обусловленные сравнительно короткой осевой базой, большим моментом инерции масс относительно вертикальной оси и повышенной неподдресоренной массой. Далее, на этапе оптимизации конструкции, необходимо было найти компромисс между важными динамическими параметрами (жесткость, демпфирование), чтобы обеспечить устойчивость движения и плавность хода в широком диапазоне изменения скорости и при разных значениях конусности в системе колесо – рельс. Для решения этой проблемы следовало учитывать существующую или ожидаемую конусность, жесткость механизма направления колесной пары и гасителей колебаний, а также выбранный профиль колеса.

Конусность

При расчете и конструировании тележки особое внимание было уделено высокой устойчивости движения как при очень малой, так

и при большой конусности и одновременно при максимальной скорости движения. При монтажной подуклонке рельсов 1:20 на высокоскоростных линиях Испании конусность новых профилей системы колесо – рельс составляет менее 0,05. Конструкция ходовой части должна предусматривать достаточный резерв устойчивости в случае износа профилей, т.е. увеличения конусности. Несмотря на то что Документ МСЖД 518 и европейский стандарт EN 14363 по высокоскоростным перевозкам ориентированы на максимальную конусность, равную 0,15, конструктивный расчет головного моторного вагона охватывал явно более высокие значения.

Анализ чувствительности

Динамические характеристики механизма направления колесной пары определяются главным образом с помощью коэффициента жесткости пружины первой ступени рессорного подвешивания в продольном и поперечном направлении (c_x – коэффициент продольной жесткости пружины и c_y – коэффициент поперечной жесткости в расчете на одну буксу колесной пары). Влияние коэффи-

циента жесткости на устойчивость движения можно наглядно объяснить на соответствующей диаграмме (линеаризованный способ рассмотрения).

На рис. 3 показано влияние относительного демпфирования (D , %) затухающего до минимума извилистого движения для очень малой конусности 0,05 и скорости движения 350 км/ч. В качестве переменных величин выступают значения c_x и c_y . Из полученной трехмерной диаграммы видно, что существует оптимальное значение для продольной жесткости (c_x)_{opt} при максимальном относительном демпфировании. Изменение поперечной жесткости c_y показывает (как минимум, в данной рабочей точке) отсутствие чувствительности, т.е. (c_y)_{opt}. Несвязанной (одиночной) колесной паре соответствует на диаграмме величина $c_x = 0$.

При слишком жестком направлении колесной пары, т.е. высоким показателе c_x и одновременно очень малой конусности, существует опасность возбуждения колебаний виляния (см. область на диаграмме, где относительное демпфирование менее 5%). Но, в общем, подобное проявление колебаний не считается критическим с точки зрения безопасности движения,

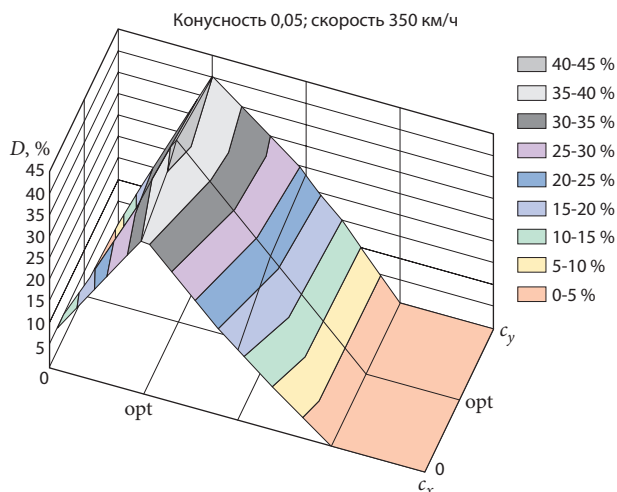


Рис. 3. Демпфирование извилистого движения тележки в функции c_x и c_y при малой конусности и высокой скорости

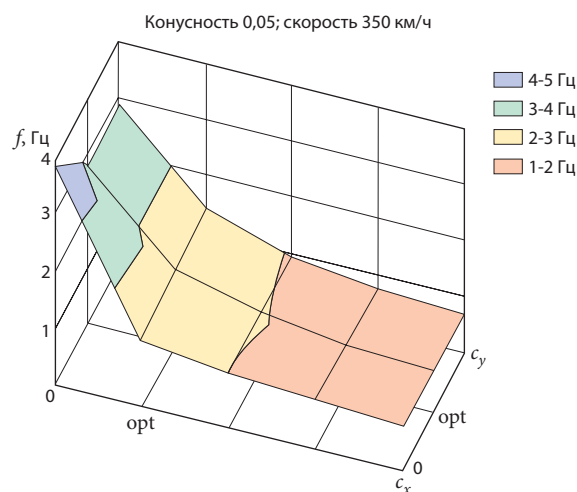


Рис. 4. Изменение частоты извилистого движения в функции c_x и c_y при малой конусности и высокой скорости

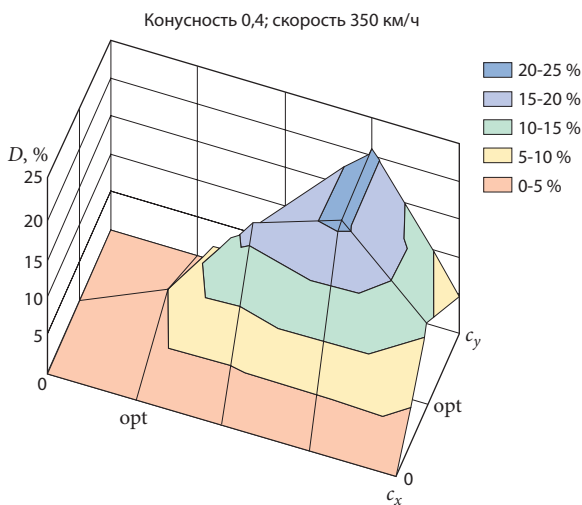


Рис. 5. Зависимость демпфирования D от c_x и c_y при большой конусности и высокой скорости

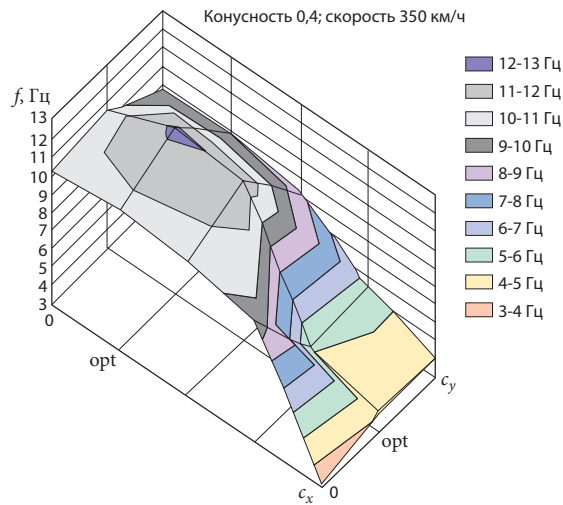


Рис. 6. Изменение частоты извилистого движения f в функции c_x и c_y при большой конусности и высокой скорости

поскольку из-за низких частот извилистого движения результирующие ускорения и поперечные силы остаются незначительными, однако они отрицательно влияют на плавность хода.

На рис. 4 изображены соответствующие частоты f извилистого движения. Известно, что при высокой продольной жесткости связи колесной пары с тележкой c_x частота извилистого движения низкая и составляет примерно 1,5 Гц (см. рис. 4, оранжевая область справа). В связи с близостью к частоте собственных колебаний жесткого кузова локомотива вполне вероятно возбуждение колебаний виляния. Частота извилистого движения несвязанной колесной пары ($c_x = 0$) видна слева на диаграмме. Для $c_x = c_y = 0$ она соответствует уравнению Клингеля. Оптимальный диапазон с максимальным относительным демпфированием находится выше частот колебаний виляния.

На рис. 5 показаны зависимости для увеличенной конусности 0,4 и скорости движения 350 км/ч. Видно, что относительное демпфирование в большой степени зависит от поперечной жесткости c_y , но прежде всего — от измененного значения оптимальной продольной жесткости (c_x)_{opt}. При слишком мягком на-

правлении колесной пары и одновременно большой конусности (см. оранжевую область слева на рис. 5, где относительное демпфирование менее 5%) возникают высокие частоты извилистого движения, потому что колесная пара слабо связана с тележкой.

Данная ситуация отображена на рис. 6 слева (частота извилистого движения выше 10 Гц). Связанное с этим высокое ускорение колесных пар приводит к возрастанию поперечных сил (предельный цикл, определяемый термином «неустойчивость»). Данному случаю слабо связанной колесной пары ($c_x = c_y = 0$) может также соответствовать частота извилистого движения на основе простого кинематического уравнения Клингеля. Оптимальный диапазон с максимальным относительным демпфированием находится в диапазоне средних частот извилистого движения.

Анализ карты устойчивости показал, что, несмотря на упомянутые ранее строгие предельные условия, удалось получить хороший результат с удовлетворительным относительным демпфированием в широком диапазоне скорости и конусности (даже при конусности $< 0,1$).

Профиль колеса и силы в контакте колесо — рельс

Сначала во время ходовых испытаний на опытном образце использовался обычный для высокоскоростного подвижного состава профиль колеса GV 1:40. После небольшого пробега (не более 50 тыс. км) профиль по показателям износа был заменен на S1002. Последний стали использовать в качестве нового профиля (DIN 5573-E1423-135-1360). Благодаря уменьшению толщины гребня бандажа с 32,4 до 31,5 мм отпала необходимость в частой обточке колес. Сравнение показало, что в наибольшей степени совпадают профили колес S1002 и GV 1:40 с небольшим пробегом.

В соответствии со стандартами силы, действующие между колесом и рельсом, не должны превышать определенных предельных значений. Эти силы можно разделить на составляющие: статическую (нагрузка на колесо только под воздействием собственной массы единицы подвижного состава), квазистатическую (движение в кривой под воздействием центробежной силы) и динамическую (возникает под воздействием отклонений в положении пути или критических мест, та-

ких, как стрелочные переводы и переезды, а также при извилистом движении). Под влиянием внешнего воздействия (например, боковой ветер) также возникают дополнительные силы, действующие между колесом и рельсом. На статическую и квазистатическую составляющую можно воздействовать путем уменьшения общей массы подвижной единицы, но при этом в противоречие вступает требование передаваемых тяговых и тормозных усилий. В наибольшей степени это касается конструкции головного моторного вагона.

На квазистатическую составляющую могут также повлиять геометрические параметры (осевая база тележки) и параметры жесткости (радиальная установка колесных пар, сопротивление развороту тележки).

Динамическая составляющая обусловлена в основном ускорением неподрессоренной массы колесной пары, которое в свою очередь зависит от скорости движения, а также от длины волны и амплитуды волнообразного износа пути. В конструкции головного моторного вагона осевая нагрузка невелика, реализованы мероприятия по минимизации неподрессоренных масс. Несмотря на то что тяговые двигатели полностью поддрессорены в тележке за счет первичного рессорного подвешивания, они также снабжены системой гашения поперечных колебаний в виде подвески, эластичной в поперечном направлении.

Плавность движения и ходовые качества

Кузов головного моторного вагона опирается на винтовые пружины, т. е. рессоры второй ступени подвешивания, которые установ-

лены на продольных балках рам тележек и одновременно с вертикальной нагрузкой воспринимают направляющие силы в поперечном направлении (принцип Flexifloat). Благодаря низкочастотной мягкой характеристике этой ступени подвешивания достигается хорошая развязка масс тележек и кузова и, следовательно, обеспечивается оптимальная плавность хода.

Высокие ходовые качества головного моторного вагона были подтверждены большим числом испытательных поездок. Даже при скорости 363 км/ч величина поперечной силы, сдвигающей путь, достигла лишь половины предельного значения.

При выходе из строя 50% гасителей колебаний виляния на передней тележке поперечные силы, сдвигающие путь, меняются незначительно, что говорит о высокой устойчивости движения. При выходе из строя гасителей колебаний виляния на подвижном составе с новым профилем колес и, значит, небольшой конусностью реализуются даже меньшие силы взаимодействия колеса с рельсом. В случае изношенных профилей и обусловленного этим увеличения конусности благодаря гасителям колебаний виляния создается более высокий запас устойчивости.

Несмотря на то что при выходе из строя гасителей колебаний виляния запас устойчивости уменьшается, он еще вполне достаточен. Таким образом, благодаря низкому коэффициенту использования предельного значения остается достаточный запас устойчивости также с изношенным профилем колес. Значимые для плавности хода параметры ускорений даже при высокой скорости находятся намного ниже предельных величин. В целом высокие ходовые качества голов-

ного моторного вагона подтвердились как во время испытаний, так и в эксплуатации.

Выводы

Тележка для головного моторного вагона поезда AVE S/102 базируется на модульной системе Flexifloat. Она отличается простотой и удобством в обслуживании. По сравнению с более ранними конструкциями тележек для высокоскоростных электропоездов серий ICE 1 и ICE 2 железных дорог Германии конструкция рассмотренной тележки значительно упрощена.

В результате проведения большого числа испытательных поездок и тесного сотрудничества конструкторов и инженеров удалось обеспечить достаточную устойчивость движения поезда, несмотря на некоторые неблагоприятные ходовые характеристики (более короткую осевую базу тележки, высокий момент инерции масс относительно вертикальной оси, несколько увеличенную неподрессоренную массу), даже в экстренных ситуациях (выход из строя гасителей колебаний виляния, увеличенная конусность при износе колес).

Вслед за успешно проведенными испытаниями в Испании и поставкой первой партии из 16 высокоскоростных поездов консорциуму Bombardier/ Talgo сделали заказ RENFE на поставку еще 30 таких поездов. Их поставка должна быть завершена в 2010 г. По состоянию на конец 2009 г., компания Bombardier уже поставила на сеть RENFE 92 головных моторных и промежуточных вагона для поездов AVE S/102.

По материалам компаний Bombardier и Talgo, Интернет-сайтов: www.lok-report.infomine.ru, www.talgo.de, www.renfe.es.