

лируются с помощью двухточечной системы выравнивания.

При разработке тележек одну из сложных задач представила интеграция тягового привода в конструкцию моторной тележки. Каждый вагон поезда серии 185 имеет собственный силовой агрегат (дизельный двигатель с гидравлической передачей), подвешенный под кузовом вагона. Крутящий момент от него передается посредством карданного вала на ведущую колесную пару тележки, а от нее через межосевой карданный вал — на ведомую. Таким образом, обе колесные пары являются обмоторенными.

Проблема состояла в том, чтобы провести межосевой вал от одной колесной пары к другой вдоль продольной оси тележки в стесненном другом оборудовании пространстве. Решение было найдено в пропуске вала через отверстие в центральном шкворне, чему благоприятствует вынесение наружу штанг, передающих тяговые и тормозные усилия от тележки к кузову и наоборот.

Испытания и сертификация

Испытания и сертификация тележек осуществлялись в ходе процедур, касающихся всего дизель-поезда серии 185, под руководством этими вопросами на железных дорогах Великобритании органа Vehicle Acceptance Body (VAB). Однако перед этим одна из боковых рам тележки серийного выпуска прошла ресурсные испытания в лаборатории структурно-прочностных испытаний компании Magna Powertrain в Штайре (Австрия).

Для испытаний и сертификации опытный поезд 185001 по завершении его сборки на заводе в Крефельде был направлен в испытательный центр компании Siemens TS в Вегберг-Вильденрате (Германия).

Сначала была проверена вся техническая документация. Затем были проведены статические (стендовые) испытания, в ходе которых проверены поколесные нагрузки, сопротивление тележек повороту вокруг вертикальной оси и характеристики рессорного подвешивания, в том числе на сопротивляемость боковой качке.

После этого состоялись ходовые испытания на экспериментальном полигоне центра при движении со скоростью до 160 км/ч, в ходе которых проверены динамические характеристики экипажа и соблюдение некоторых условий безопасности, в том числе в кривой с возвышением наружного рельса 275 мм.

Проверялось также соответствие поезда требованиям стандартов: немецких (при изготовлении), британских (в предвидении условий последующей эксплуатации) и европейского UIC 518.

Все эти испытания показали удовлетворительные результаты.

Завершающая стадия ходовых испытаний (в том числе на силовые аспекты взаимодействия подвижного состава и пути) и сертификации осуществлялась летом 2005 г. на линиях планируемой эксплуатации поезда в Великобритании.

К постепенному вводу дизель-поездов серии 185 в эксплуатацию взамен поездов серии 158 компания-оператор планирует приступить в начале 2006 г.

J. Hirtenlechner. European Railway Review, 2005, № 3, p. 93 – 98.

Измерительная система Quo Vadis

На железных дорогах Нидерландов внедрена и в течение последних 2 лет получила широкое распространение система Quo Vadis для взвешивания подвижного состава в движении. Число постов с аппаратурой этой системы, разработанной совместно компаниями ProRail (провайдером инфраструктуры), Baas R&D и NedTrain Consulting, к лету 2005 г. составило около 40 ед. По участкам, на которых размещены посты, проходят поезда, выполняющие до 80 % общего объема пассажирских и до 96 % грузовых перевозок железных дорог страны.

Создание системы Quo Vadis, осуществляющей мониторинг состояния инфраструктуры и обошед-

шейся в 3,5 млн. евро, было инициировано вступлением в силу директивы ЕС 2001/14. Директива предписывает, что базовые ставки платы компаний-операторов за пользование инфраструктурой должны определяться исходя из фактических расходов провайдера инфраструктуры на обслуживание движения поездов, текущее содержание и ремонт пути, искусственных сооружений и других постоянных устройств, зависящих от размеров поездной работы, грузо- и пассажирооборота, а также потребления энергии (иначе говоря, от общей нагрузки на инфраструктуру) по каждому пользователю. Для этого необходимо иметь точные сведения о том, какие поезда прошли по данному участку пути, какова их составность и масса, кому принадлежит подвижной со-

став и т. п., и именно это было целью создания системы. Поэтому выбор местоположения постов системы Quo Vadis был определен на основе расчетной модели, составленной на базе графика движения поездов.

В свою очередь, операторы и грузовладельцы с помощью системы Quo Vadis могут отслеживать продвижение поездов и отдельных вагонов, проверять назначение платы за пользование инфраструктурой и т. п. путем доступа к базе данных системы через Интернет.

Следует отметить, что в пунктах с аппаратурой системы Quo Vadis обычно размещается также аппаратура системы Gotcha, которую ProRail использует в аналогичных целях, но с упором на мониторинг состояния подвижного состава.

Функционирование системы

В системе Quo Vadis измерения осуществляются с использованием передовой технологии волоконно-оптических датчиков (рис. 1 и 2).

Датчик смонтирован под рельсом и соединен с устройством считывания информации с маркеров системы идентификации подвижного состава, расположенных в аппаратном шкафу вблизи пути. Считывающее устройство при проходе поезда генерирует оптический сигнал, который передается к датчику по волоконно-оптическому кабелю и актуализирует его. Датчик преобразует малые вертикальные смещения, обусловленные изгибом рельса под воздействием проходящих колес, в оптический сигнал, который в свою очередь преобразуется считывающим устройством в точный электрический сигнал, доступный для дальнейшей обработки. Благодаря компактной конструкции датчик нечувствителен к вибрациям, возникающим при движении подвижного состава. Предусмотрена также его нечувствительность к электромагнитным воздействиям. Какие-либо электрические соединения отсутствуют.

Работа всех местных постов системы контролируется дистанционно с центрального поста. Осмотр и профилактическое обслуживание аппаратуры достаточно осуществлять 1 раз в год. Наличие датчиков не препятствует выполнению обычных графиков путевых работ.

По итогам интенсивных испытаний было решено, что для получения в удовлетворительной степени достоверных результатов достаточно четырех датчиков в одном месте. При этом обеспечивается также довольно простое измерение скорости движения подвижного состава. Датчик выдает информацию о массе поезда, осевой нагрузке, качестве колес, скорости и числе осей проходящего поезда.

Нагрузки определяются по изгибной деформации рельса с автоматическим учетом состояния пути (из-

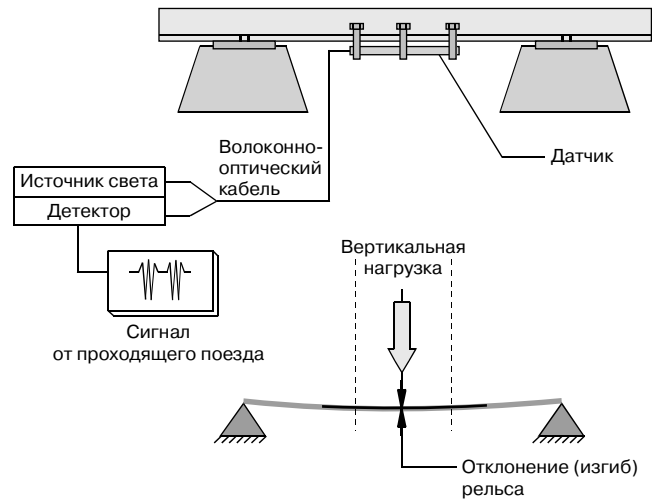


Рис. 1. Компоновочно-функциональная схема поста системы Quo Vadis



Рис. 2. Установка датчиков на рельсах

менения во времени жесткости и демпфирующей способности путевой структуры) и того влияния, которое оказывает на отклонение рельса под данным колесом наличие соседнего колеса (например, той же тележки).

На рис. 3 показана типичная картина сигналов, генерируемых датчиками одного комплекта аппара-

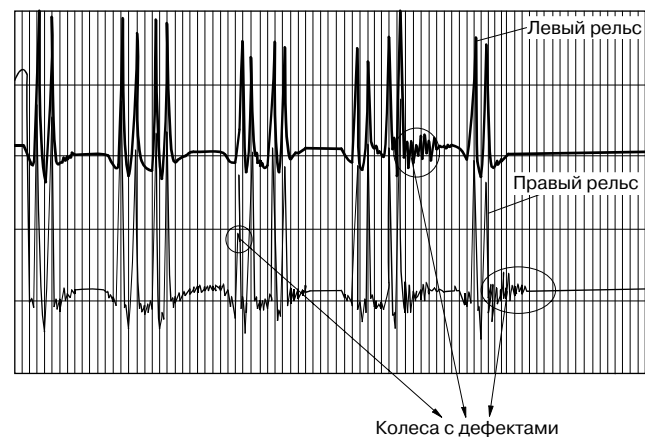


Рис. 3. Типичная картина совмещенных сигналов от систем Quo Vadis и Gotcha

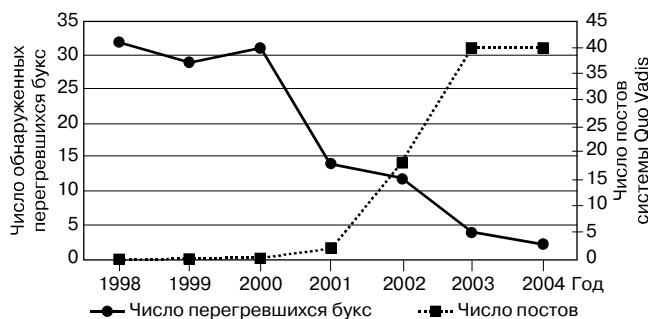


Рис. 4. Изменение числа выявленных перегревшихся букс по мере увеличения числа постов системы Quo Vadis

туры систем Quo Vadis и Gotcha при прохождении поезда. Видны пики сигналов, соответствующие прохождению колес с дефектами (например, ползунами). В программном обеспечении системы предусмотрены меры по компенсации таких пиков для точного определения осевых нагрузок (и впоследствии массы поезда). Сигналы не зависят от скорости движения поезда при условии, что она превышает 40 км/ч. Для учета особенностей состояния инфраструктуры в месте расположения датчиков они автоматически калибруются при прохождении «эталонной» единицы подвижного состава, например локомотива определенной серии, имеющего заведомо известную массу.



Рис. 5. Кривая распределения осевых нагрузок подвижного состава

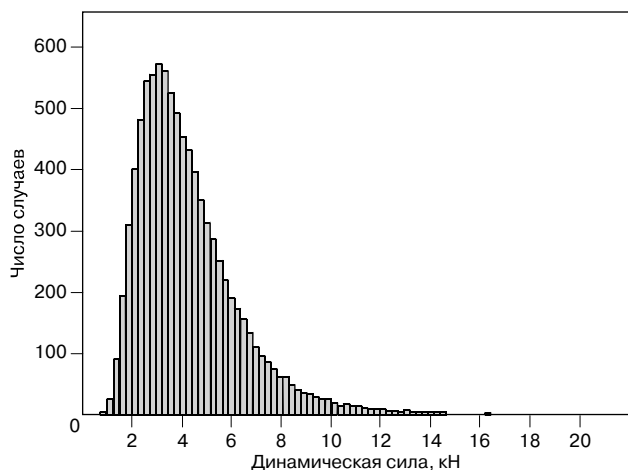


Рис. 6. Диаграмма распределения динамических сил во взаимодействии колес с рельсами

Результаты

Комбинированные посты с аппаратурой систем Quo Vadis и Gotcha работают уже в течение нескольких лет, и за это время компании ProRail и NedTrain (в ведении последней находится подвижной состав железных дорог Нидерландов) накопили определенный опыт их эксплуатации и получили положительные результаты.

Во-первых, существенно улучшилось состояние колес локомотивов и вагонов, соответственно, сократились расходы на их техническое обслуживание и ремонт. Тщательный анализ информации от системы Gotcha позволил рационализировать систему технического обслуживания и ремонта, а также использование ремонтных мощностей компании NedTrain, в частности подпольных колесоточкарных станков. Например, снизилось количество снимаемого металла при устранении ползунов. Улучшение состояния колес, в свою очередь, позволило повысить ходовые характеристики подвижного состава, в том числе с точки зрения сохранения оптимального коэффициента сцепления, что особенно важно осенью во время листопада (листья, налипающие на рельсы, могут отрицательно влиять на взаимодействие колес и рельсов, вызывая боксование колес локомотивов и прокаливание колес вагонов). Кроме того, со времени внедрения систем Quo Vadis и Gotcha резко (почти на 90 %) уменьшилось число обнаруженных перегревшихся букс (рис. 4).

Во-вторых, компания ProRail получила возможность иметь более четкое представление о количественных показателях движения поездов на сети железных дорог. Информация от системы Quo Vadis в сочетании с информацией, выдаваемой системой идентификации подвижного состава, дает теперь точные сведения о фактическом использовании инфраструктуры и оказываемых на нее нагрузках. Для каждого участка становятся известными число и масса прошедших в определенный период поездов; это относится и к каждому стрелочному переводу, причем для движения как в пошерстном, так и в противощерстном направлении. Так, по итогам 2004 г. оказалось, что фактический пропущенный по сети тоннаж на 16 % больше, чем рассчитанный исходя из графика движения поездов. Кроме этого общего показателя, стали доступны детальные данные об осевых нагрузках и динамических силах, с которыми воздействуют на путь вагоны каждого поезда. Пример зарегистрированного распределения осевых нагрузок по величине за период с января по апрель 2004 г. приведен на рис. 5 (видно, что доля колес с превышением допустимой осевой нагрузки в 22,5 т составляет примерно 1,6 %), распределения сил воздействия на

способствует улучшению состояния как пути, так и самого подвижного состава. В результате получает выгоды как провайдер инфраструктуры, так и операторы.

На ближайшее будущее запланировано внедрение на сети железных дорог Нидерландов и других систем мониторинга. Например, все топливозаправочные станции намечено оснастить устройствами считывания информации с маркеров системы идентификации подвижного состава. Таким образом станет возможным полностью автоматизировать контроль за потреблением топлива каждой единицей подвижного состава с дизельным тяговым приводом и своевременно принимать меры по улучшению технического состояния дизелей, перерасходу топлива. Намечена также разработка систем постоянного контроля за содержанием вредных веществ в выхлопных газах, за уровнем шума и

вибраций, возникающих при движении поездов. Местоположение пилотных постов таких систем определено в рамках проекта Footprint общеевропейской программы Eureka. Следует в этой связи отметить, что, например, информацию об уровне и частотном спектре излучаемого шума, получаемую в результате измерений от такой системы, предполагают использовать не только органы экологического контроля, но и службы локомотивного и вагонного хозяйства для выявления дефектных буксовых подшипников. Следовательно, комплекс разнообразных систем мониторинга обеспечит в недалекой перспективе всесторонний контроль за состоянием практически всех технических средств железнодорожного транспорта.

G. den Buurman. European Railway Review, 2005, № 3, p. 80 – 86.

Использование резисторов для повышения эффективности рекуперативного торможения с высокой скоростью

Рекуперативное торможение в настоящее время широко применяется на электрифицированных железных дорогах для регулирования скорости движения поездов от максимальной практически до нулевой. Однако его использованию зачастую препятствуют ограничения по напряжению, вырабатываемому тяговыми двигателями в генераторном режиме. Научно-исследовательским институтом железнодорожной техники Японии (RTRI) предложен метод снятия этих ограничений за счет введения в цепь дополнительных резисторов.

Введение

В последнее время все в больших масштабах стал вводиться в эксплуатацию электроподвижной состав с асинхронными тяговыми двигателями с векторным регулированием, получающими питание от инверторов. Такие электровозы и электропоезда доказали свою эффективность с точки зрения контроля за боксованием и проскальзыванием, а также управле-

ния рекуперативным торможением в условиях переменной нагрузки.

Вместе с тем остаются в силе ограничения в применении рекуперативного торможения, обусловленные тем, что напряжение, генерируемое тяговыми двигателями, по величине не может превышать напряжения контактной сети, а также предельного напряжения, выдерживаемого полупроводниковыми приборами в силовой цепи. Вследствие этого тормозное усилие в диапазоне высоких скоростей оказывается меньшим, чем в диапазоне средних и низких скоростей. Поэтому в диапазоне высоких скоростей вынужденно приходится приводить в действие механический тормоз. Отсюда возникла проблема повышения эффективности рекуперативного торможения в диапазоне высоких скоростей, решение которой позволит уменьшить износ тормозных колодок и тем самым сократить трудоемкость работ по техническому обслуживанию подвижного состава.

Для выхода из положения предложен метод, сущность которого состоит во введении в силовую схему дополнительных резисторов между тяговыми двига-