

# Развитие соединений для передачи информации между единицами подвижного состава

**Развитие информационных технологий выдвигает новые требования к контактам, применяемым в автоматических соединениях цепей передачи информации между вагонами поезда. При этом решающим фактором, обеспечивающим надежность функционирования различных устройств, становится скорость передачи данных.**

В системах, применявшихся на железнодорожном транспорте ранее, скорость передачи данных составляла от 0,5 до 1,5 Мбит/с. Однако уже существующие и будущие системы, работающие в режиме реального времени, требуют скорости передачи от 10 до 2000 Мбит/с. Для этого диапазона на рынке предлагались лишь дорогостоящие специальные контакты, которые имели сложную конструкцию для работы в тяжелых условиях, характерных для железнодорожного транспорта. Компания era-contact представила на выставке Innotrans перспективную разработку — устройство eraTransceiver, заполняющее эту нишу.

Компания era-contact выделась из основанной в 1928 г. фирмы FABEG — дочернего предприятия концерна AEG, а в 2000 г. приобрела подразделение FABEG, занимавшееся электрическими соединениями, у этого концерна.

## **Существующие соединения цепей передачи информации**

Невысокая надежность и недостаточная скорость передачи информации между единицами подвижного состава становятся все более ощутимыми факторами, прежде всего на рельсовом транспорте.

Чем интенсивнее обмен информацией, тем выше необходимая скорость ее передачи и тем ощутимее помехи.

В этом отношении электрическое сопряжение двух вагонов давно уже является «бутылочным горлышком» в системе передачи информации на подвижном составе. Разные системы и подсистемы вагонов предъявляют значительно различающиеся требования к скорости передачи сигналов, но все сигналы должны передаваться через межвагонный интерфейс без искажений. Трансляция сигналов происходит вне вагона и поэтому подвержена воздействиям окружающей среды, включая электромагнитные возмущения.

Реализация надежной передачи связана с очень большими затратами на проектирование и аппаратуру. Высокую скорость в вагонных системах приходится снижать, чтобы вообще гарантировать передачу между вагонами.

## *Развитие соединительных устройств*

Первые устройства для передачи электрических сигналов между вагонами применялись для цепей освещения в поездах. Позже стали передавать отдельные контрольные сигналы проводникам вагонов. Се-

годня через систему шин контрольные сигналы и сигналы связи передаются от человека к человеку, от человека к машине, от машины к машине. С их помощью управляют тормозами, двигателями, дверями, кондиционерами, устройствами информирования пассажиров и т. д., а также осуществляют непрерывную диагностику оборудования.

Разработка систем для управления отдельными системами и подсистемами вагонов и контроля за ними способствовала развитию соединительных устройств. В то же время системы, которые снабжают пассажиров и обслуживающий персонал поездов информацией, требуют очень высокой скорости и надежности передачи изображений и текстовых данных.

## *Совершенствование контактов*

В настоящее время для обеспечения высокой скорости передачи на подвижном составе используют световоды, компактная конструкция которых требует минимальных допусков на контакты. Коаксиальные кабели с соответствующими контактами прокладывают внутри и вне единиц подвижного состава для передачи информации с более низкой скоростью. Контакты для коаксиальных кабелей менее чувствительны к допускам по зоне контакта, но подвержены электромагнитным помехам. Обычные контакты могут быть использованы лишь при малых скоростях передачи, поскольку являются не только передатчиками сигналов, но и зачастую источниками помех.

Поезд, как правило, состоит из нескольких вагонов, которые периодически, несколько раз в год, разъединяют для обслуживания. Для соединения поездных цепей передачи информации могут быть применены обычные штекерные разъемы с электрическими и оптическими контактами, давно используемые в промышленности. Если же необходимо ежедневно многократно соединять такие цепи (на-

пример, при соединении двух составов в один поезд), то применяют полу- или автоматическое соединительное устройство. При этом допуск на контакт составляет несколько миллиметров, и он должен быть компенсирован в конструкции контактов.

Оказалось, что передача данных по световодам с контактными соединениями очень чувствительна к помехам. Волоконно-оптические кабели вводят в контактодержатели со встроенными линзами и зажимами. Для надежного процесса передачи данных центрирование должно выполняться с точностью до десятых долей миллиметра, что связано с большими затратами. Вследствие образования росы (конденсации влаги) и износа контактов появляются искажения. По этим причинам реализация прямой передачи данных с помощью оптических сигналов, проходящих через автоматическое соединяющее устройство, становилась все менее популярной. Часто при очень неблагоприятных условиях окружающей среды оптические сигналы (световые импульсы) преобразуют в электрические (импульсы напряжения), которые передаются через соединитель и в принимающей единице подвижного состава снова превращаются в оптические сигналы. При такой схеме передача сигналов в реальном времени может быть осуществлена только с очень большими затратами.

При передаче сигналов со средней скоростью используют так называемые коаксиальные, триаксиальные и квантаксиальные (Quartax) контакты. Для меньших скоростей применяют гнездовые контактные зажимы или нажимные неподвижные контакт-детали (рис. 1). С помощью таких контактов и системы шин можно передавать сигналы связи со скоростью до 15 Мбит/с. Для передачи чисто контрольных сигналов применяют простые прижимные контакты, которые одновременно компенсируют механические зазоры в соединении.



Рис. 1. Контакты и области их применения

Все перечисленные контакты подвержены загрязнению, окислению или воздействию абразивных веществ, что увеличивает переходное сопротивление. Чтобы компенсировать вызванные этим искажения, приходится усложнять электрические системы, имеющиеся на подвижном составе. Как правило, стремятся усилить сигналы, повышая несущее или импульсное (антипригарное) напряжение, чтобы защитить контакты от повреждений. При этом в принимающем устройстве на подвижном составе сигналы проходят через фильтр и подвергаются дальнейшей обработке. Обработка сигналов в зоне соединительного устройства до сих пор была невозможна.

#### Линии передачи данных

Параллельно с развитием контактов совершенствовались и линии передачи данных. Для передачи чисто контрольных сигналов использовались простые медные провода; для передачи сигналов связи и сигналов, важных с точки зрения безопасности, служат скрученные, экранированные и скрученные экранированные провода. Передача данных со средней скоростью осуществляется по коаксиальным ка-

белям. По всем этим линиям данные передаются с помощью импульсов напряжения. Кроме того, разработаны волоконно-оптические линии, по которым передача осуществляется с помощью световых импульсов. В коаксиальных и оптических линиях должны применяться только специальные контакты.

#### Соединительное устройство eraTransceiver

Компания era-contact разработала устройство eraTransceiver, которое обеспечивает передачу информации в соединении не электрическими, а световыми импульсами (рис. 2). Оно может быть подключено к обычным кабелям передачи, например к экранированным кабелям «витая пара», и к волоконно-оптическим линиям. Сигналы передаются мощными световыми импульсами непосредственно из волоконно-оптических кабелей или после преобразования электрических импульсов, поступающих по кабелям «витая пара», в световые сигналы.

Скорость передачи составляет при этом до 2 Гбит/с. Использование световых импульсов гарантирует надежную защиту передаваемых сигналов от искажений и по-

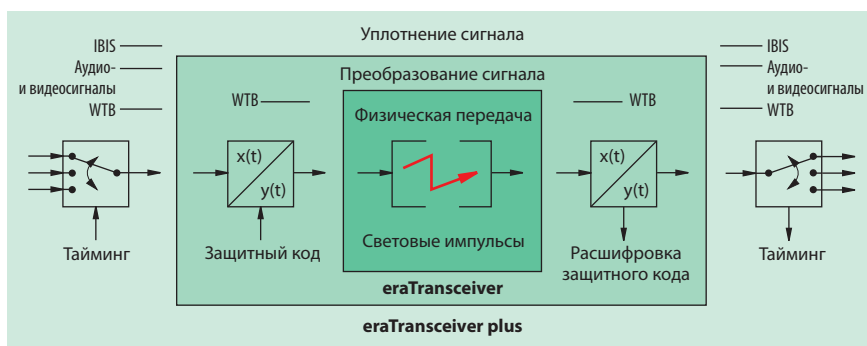


Рис. 2. Передача сигнала между единицами подвижного состава с помощью устройства eraTransceiver:

WTB — многофункциональная передающая шина; IBIS — интегрированная бортовая информационная система

ть под воздействием электромагнитных возмущений. Применение нового устройства на подвижном составе позволяет реализовывать бортовые системы, работающие в реальном масштабе времени.

При разработке ставилась задача обеспечить в реальном времени высокоскоростную, без искажений и потерь передачу данных внутри единицы подвижного состава и между такими единицами в неблагоприятных условиях (различные воздействия окружающей среды, электромагнитные возмущения) при больших допусках в зоне контактов. Контакт должен встраиваться в устройство с автоматическим, полуавтоматическим или ручным соединением.

Задача была решена благодаря использованию оптического способа передачи данных. Сигнал с помощью активно работающих контактов усиливается так, что преодолеваемый воздушный зазор в зоне контакта может устанавливаться большим, благодаря чему исключается проблема допусков в зоне контактов. Появляется возможность отказаться от сложной опера-

ции центрирования линз и зажимов световодных контактов. Все сигналы, которые передаются по электрическим или волоконно-оптическим линиям в единицах подвижного состава или между ними, с помощью электронных компонентов преобразуются в определенный электрический сигнал. В дальнейшем он с помощью светодиодов снова превращается в оптический сигнал и посылается через соединительное устройство по защищенному от дневного света «световому тоннелю». Затем выполняется обратное преобразование сигнала.

*Принцип действия устройства eraTransceiver*

Напряжение сигнала с помощью специально подобранного резистора снижается до рабочего напряжения светодиода и подается на него через фильтр верхних частот. Светодиод формирует соответствующий световой импульс, который проходит через передатчик, контакт приемника, снабженную светопропускающим вкладышем подвижную втулку, и воздействует на фотодиод. Благодаря пружиненной подвижной втулке и выпуклой или вогнутой головке контакта не требуется дополнительного центрирования контактов. Такие контакты позволяют компенсировать осевые допуски до 16 мм и угловые — до 22°. Это значит, что контакты могут применяться не только в линейно перемещающихся, но и в поворачивающихся сое-

динительных устройствах передачи данных (рис. 3).

В эксплуатации эти контакты гарантируют бесперебойную передачу сигналов при всех возможных смещениях соединительных устройств. Даже в случае конденсации влаги не возникает препятствий для передачи, поскольку световоды и фотодиоды компенсируют затухания сигнала, что при обычных световодах и контактах невозможно. Фотодиоды при попадании на них световых импульсов генерируют напряжение короткого замыкания, которое соответствующим образом усиливается в операционном усилителе. Полученное напряжение сигнала, соответствующее первоначальному, подводится к передатчику. Так как на выходе фотодиода получается отрицательное напряжение, находящееся в противофазе по отношению к подведенному, оно сначала должно быть повернуто инвертором на 180°.

Устройство eraTransceiver допускает уплотнение сигналов, чем достигается снижение числа необходимых контактов. Кроме того, возможно резервирование сигналов, при котором в приемнике проверяется отсутствие искажений и полнота сигналов, после чего в передатчик в дуплексном режиме отсылается квитирующее сообщение о правильном приеме или ошибке.

Еще одно достоинство eraTransceiver заключается в том, что связь между единицами поездами может начинать действовать еще до момента собственно сцепки (на расстоянии в несколько метров); это невозможно при всех других контактах. Это может быть использовано для распознавания по принципу «свой — чужой», для определения положения всего сцепного механизма, расстояния между подвижными единицами и их скоростей. В ходе сцепки подвижных единиц эти данные будут накапливаться, и при необходимости их можно использовать для управления процессом сцепки.



Рис. 3. Контакты, допускающие осевое и угловое смещение

### Надежность, эксплуатационная готовность, области применения

Инновационная концепция резервирования позволяет при отказах электроники передавать сигналы непосредственно через корпус устройства eraTransceiver. В этом случае, в зависимости от исполнения и конфигурации поезда, передается либо сигнал с пониженной до 30 МГц частотой, либо сигнал 60 А через своего рода беспотенциальный контакт. Если же устройство функционирует нормально, передача сигнала через корпус блокируется с целью защиты от электромагнитных помех.

При разработке eraTransceiver, наряду с надежным исполнением, обеспечивающим устойчивость к загрязнениям, конденсации влаги, царапинам и т.п., большое внимание уделено простоте обслуживания и ремонтпригодности. Так, устройство рассчитано на срок службы 500 тыс. операционных часов и 100 тыс. циклов соединения. Изношенные детали можно заменять без демонтажа устройства. При коаксиальных, триаксиальных и квантаксиальных контактах это можно выполнить только с ограничениями, а при световодных невозможно вообще.

Соединение eraTransceiver рассчитано на такую же производительность, что и световодный контакт.

Благодаря экранированию до оптической зоны устройство нечувствительно к электромагнитным помехам, а возможность компенсации больших осевых и радиальных допусков позволяет применять его во всех межвагонных соединениях, поставившихся ранее компанией era-contact.

Устройство eraTransceiver (рис. 4) позволяет не только осуществлять преобразование электрических и оптических сигналов; с его помощью можно также трансформировать и надежно передавать механические сигналы. Оно

Технические характеристики соединения eraTransceiver	
Показатели оптической передачи данных	
Длительность жизненного цикла	500 тыс. ч
Скорость передачи	до 2 Гбит/с
Электрическая прочность	3 кВ
Рабочая температура	от -40 до +85 °С
Затухание	менее 0,05 дБ
Степень защиты	IP 56
Режим передачи	в реальном времени
Механические показатели	
Максимальный момент затяжки	5 Н·м
Прижимное усилие	17 Н
Максимальный ход	2×8 мм
Максимальное число циклов переключений	100 тыс.
Масса	65 г
Угловой допуск	22° (11°)
Электротехнические показатели	
Длительная нагрузка	40 А
Допустимая импульсная нагрузка	1 кА
Переходное сопротивление, не более	1 МОм
Диапазон передачи	0–30 МГц
Затухание (при 30 МГц), не более	0,1 дБ
Максимальная температура	80 °С

рассчитано на применение как на новом подвижном составе, так и при модернизации действующего. Кроме того, возможно его применение и в других областях, где требуется осуществлять надежную передачу информации с высокой скоростью в экстремальных условиях, например в авиационных и космических системах, в судно- и автомобилестроении.

Для подключения eraTransceiver могут быть использованы разъемы RJ45 или SC либо кабельный накопчик.

### Заключение

Существующие системы (например, системы информирования пассажиров в поездах), которые вследствие недостаточной пропускной способности прежних автоматических соединительных устройств могли действовать только в пределах вагона, благодаря соединению eraTransceiver можно применять и для передачи информации в пределах поезда. Изготовители таких систем могут отказаться от использования до-



Рис. 4. Устройство eraTransceiver в процессе соединения

рогостоящих аппаратных средств, необходимых для снижения высокой скорости передачи до уровня, при котором передача вообще возможна. Одновременно при использовании устройства eraTransceiver на железнодорожном транспорте можно применять новейшие системы шин, например Fast Ethernet или Gigabit Ethernet. Ранее попытки внедрения таких систем всегда оканчивались неудачей, поскольку соединяющие контакты были слишком дорогими или слишком чувствительными.

P. Thomas, P. Baumgarther. Eisenbahntechnische Rundschau, 2005, № 6, S. 389–393.