

- влияния степени нагруженности экипажа на системы подвеса и направления;
- величины силы тяги и токовой нагрузки тягового привода.

Помимо этого, проводилась проверка системы позиционирования и определения местоположения экипажа, функционирования системы энергоснабжения и устройства подъема.

Проверка безопасности включала изучение степени защищенности персонала и определение следующих параметров, влияющих на безопасность:

- напряжения прикосновения;
- уровня электромагнитных влияний;
- величины нагрузок, вызываемых экстренным торможением.

### Выводы

Демонстрационная система, построенная в Дрездене и экспонировавшаяся на выставке InnoTrans 2004 (рис. 11), является промежуточным этапом в создании транспортной системы на магнитном подвесе на базе новейших технологий. После завершения испытаний

демонстрационной системы планируется проведение дальнейших исследований:

- путевой структуры с электромагнитными стрелочными переводами без механических компонентов;
- вертикального расположения тягового привода;
- криостата с электрическим охлаждением;
- бесконтактной передачи энергии в бортовую сеть экипажа.

Если эти этапы исследований завершатся успешно, появится возможность создания на базе новейших технологий транспортной системы на магнитном подвесе, которая может эксплуатироваться в диапазоне значительно более низкой скорости, чем существующая система Transrapid.

Новая система может иметь широкий диапазон применения — от пригородных пассажирских перевозок до транспортировочных операций на предприятиях, например, электронной промышленности в условиях высокой стерильности производства.

*O. de Haas et al. Elektrische Bahnen, 2004, № 8/9, S. 369 – 376.*

## Внедрение системы ETCS на линии Берлин — Ютербог — Галле/Лейпциг

*Эксплуатационные испытания системы ETCS на пилотной линии Берлин — Ютербог — Галле/Лейпциг начались в декабре 2003 г. Между компаниями Alcatel и Siemens, а также железными дорогами Германии (DBAG) согласован поэтапный план проведения процедуры ввода системы в эксплуатацию. В октябре 2004 г. начались испытания с целью проверки безопасности, при успешном завершении которых будут созданы технические предпосылки для создания единой европейской железнодорожной сети.*

Линия Берлин — Ютербог — Галле/Лейпциг стала первой в Германии магистралью, оснащенной новой европейской системой управления движением поездов ETCS. Особое внимание уделялось допуску системы в эксплуатацию, что обусловлено не только внедрением новой технологии, но и потребностью в согласовании европейской и принятой в Германии процедур допуска. В связи с этим процесс допуска был разделен на следующие этапы:

- этап 0 — инициализация;

- этап 1 — предсерийные испытания (с июля 2003 г.);
- этап 2 — эксплуатационные испытания без проверки безопасности (с декабря 2003 г.);
- этап 3 — эксплуатационные испытания с проверкой безопасности (с октября 2004 г.);
- этап 4 — эксплуатационные испытания с проверкой надежности (эксплуатация ETCS с полной ответственностью за обеспечение безопасности);
- этап 5 — допуск к эксплуатации в соответствии с положением об эксплуатационной совместимости железных дорог (EIV).

В поэтапном плане зафиксированы все условия, необходимые, требуемые действия и ожидаемые результаты для каждого этапа.

### Этап 0 — инициализация

Одна из важнейших задач этапа 0 состояла в разработке концепции допуска к эксплуатации системы ETCS на линии Берлин — Ютербог — Галле/Лейпциг.

Основная проблема при этом состояла в том, чтобы интегрировать национальные и европейские граничные условия, заданные в виде законов, распоряжений и стандартов, и разработать при этом процедуру, которую можно использовать на практике. Для координации действий всех участников был приглашен внешний консультант.

В ходе этой работы участники консорциума — компании Alcatel и Siemens проанализировали техническое задание DBAG и спецификации UNISIG — консорциума, объединяющего крупнейших европейских изготовителей систем СЦБ. Кроме того, была начата деятельность по составлению спецификации требований системы (SRS). На линии были установлены центры автоблокировки на базе радиосвязи RBC и путевые приемопередатчики, бортовыми устройствами были оснащены электровозы серии 101, а также моторвагонные поезда серий 707 и 642 (Desiro). Проектные данные систем микропроцессорной централизации (МПЦ) ESTW L90 были адаптированы, чтобы обеспечить взаимодействие МПЦ с центрами RBC. Соединение МПЦ в Биттерфельде и Виттенберге с RBC было выполнено во время перерывов в движении поездов.

Реализация перечисленных мероприятий затруднялась тем, что линия является частью высокозагруженного коридора север — юг.

На этом этапе осуществлялось проектирование отдельных участков линии ETCS для повышения скорости движения поездов до 200 км/ч.

После разносторонних лабораторных и полевых испытаний, интенсивной проверки проектных данных в центрах RBC и путевых приемопередатчиках было подтверждено отсутствие обратной связи со стороны вновь устанавливаемых устройств ETCS на находящиеся в эксплуатации системы централизации. В результате Федеральное бюро железнодорожного транспорта Германии (EBA) выдало разрешение на проведение предсерийных испытаний.

### Этап 1 — предсерийные испытания

На этом этапе стояла задача испытать и доработать основные функции бортовых и стационарных устройств сигнализации. Были выполнены опытные поездки, чтобы подтвердить пригодность ETCS для регулирования движения поездов. Цель при этом состояла в получении информации о передаче данных по радио, между путевыми приемопередатчиками и бортовыми устройствами, временных параметрах системы, возможном влиянии новой техники на эксплуатационный процесс. Перед началом этапа 7 июля 2003 г. состоялась демонстрационная поездка для DBAG (рис. 1).

На этом этапе на систему ETCS еще не возлагалась ответственность за безопасность движения поездов (безопасность обеспечивалась технологическими мерами). Испытательные поездки совершались на подвижном составе серий 101, 707 и 642. Подтверждение отсутствия обратной связи с существующими устройствами СЦБ позволило быстро вносить изменения в проектные данные и тестировать в полевых условиях новые версии программного обеспечения. При этом была разработана и оптимизирована технология верификации проектных данных.

Во время презентации в июле 2003 г. локомотив серии 101 двигался со скоростью 200 км/ч под управлением системы ETCS. Были продемонстрированы различные функции ETCS при движении на сигналы с запрещающим показанием, выделении разрешения на движение, въезде в зону действия ETCS уровня 2 и выезде из нее. В центре блокировки на базе радиосвязи были запрограммированы места, требующие снижения скорости, и продемонстрирован сценарий движения в одном из таких мест с превышением скорости и автоматического торможения поезда системой ETCS.

В рамках конференции МСЖД в декабре 2003 г. была проведена презентация южного участка пилотной линии. Поезд под управлением системы ETCS двигался от станции Лейпциг-Нойвидеритц в направлении Виттенберга. Был продемонстрирован переход между зонами действия соседних центров RBC. Участники поездки могли наблюдать на диагностическом дисплее установленные соединения сразу с двумя соседними RBC. На дисплее машиниста вывод этой информации в общем случае не предусмотрен.

Многочисленные испытательные поездки успешно подтвердили реализацию системой ETCS основных требований DBAG.

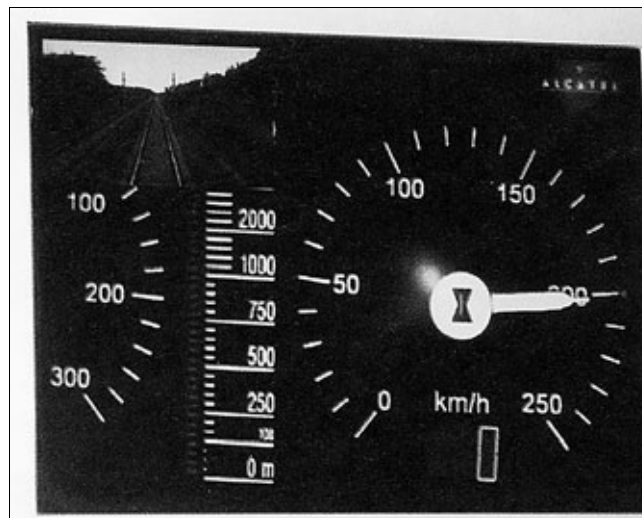


Рис. 1. Движение поезда со скоростью 200 км/ч под управлением системы ETCS 7 июля 2003 г.

## Этап 2 — эксплуатационные испытания без проверки безопасности

Цель этого этапа состояла в постепенном наращивании функций, проверенных на этапе 1, до достижения функциональности, заложенной в техническое задание. Каждое расширение функциональности сначала проверялось в тестовом окружении в лаборатории и лишь затем реализовывалось на линии. На этом этапе DBAG выполняли приемочные поездки с использованием более 400 сценариев тестирования. Общий пробег тяговых единиц разных серий составил в ходе этих поездок примерно 17 тыс. км. (рис. 2).

Одновременно компании Alcatel и Siemens осуществили валидацию поставляемых ими компонентов и получили подтверждение об их безопасности. Для всей системы ETCS был выполнен анализ рисков и подтверждено соответствие их величины требованиям DBAG. При этом установлено наличие дополнительных требований по сравнению со спецификацией UNISIG, в связи с чем в этот консорциум был послан запрос на внесение изменений в спецификацию. Пока же система ETCS на линии Берлин — Ютербог — Галле/Лейпциг имеет некоторые отличия от спецификации UNISIG. В новой редакции спецификации эти дополнения должны быть учтены.

Еще одним важным мероприятием на этапе 2 были адаптация технологических инструкций DBAG с учетом эксплуатационной программы ETCS, а также обучение диспетчеров и машинистов локомотивов.

## Этап 3 — эксплуатационные испытания с проверкой безопасности

Цель этапа 3 состоит в проверке безопасности ETCS по европейскому (EN 50129) и немецкому (BAU-STE) стандартам. Выполнение этого этапа началось в октябре 2004 г.



Рис. 2. Эксплуатационные испытания в Биттерфельде с использованием поезда Desiro

Для получения разрешения от ЕВА на проверку безопасности необходимо было выполнить следующие условия:

- функциональность системы ETCS на линии Берлин — Ютербог — Галле/Лейпциг должна соответствовать техническому заданию DBAG;
- должны быть получены от ЕВА предварительные подтверждения безопасности отдельных компонентов;
- общая безопасность ETCS должна соответствовать показателям, полученным DBAG на основе анализа рисков.

В ходе проверки безопасности в реальных эксплуатационных условиях отрабатываются различные тестовые случаи. При этом ответственность за безопасность поэтапно передается системе ETCS и постепенно сокращается число технологических защитных мероприятий. После завершения проверки отчеты об испытаниях станут частью комплекса мер по подтверждению безопасности ETCS.

## Этап 4 — эксплуатационные испытания с проверкой надежности

По стандарту BAU-STE за проверкой безопасности должны следовать испытания на надежность. На этом этапе преследуется цель подтвердить достаточный уровень эксплуатационной готовности системы в целом. Также выполняются проверки на соответствие стандартам ЕС. В случае успешного их завершения будет признана эксплуатационная совместимость линии в отношении управления движением поездов и обеспечения их безопасности.

Оценка совместимости центров RBC и путевых приемоответчиков основывается в основном на результатах валидации отдельных компонентов. При этом осуществляется полное тестирование в лабораториях испытательных центров компаний Alcatel и Siemens на основе спецификации UNISIG. Сертификацию испытательных центров в соответствии со стандартом со EN 450004 компании осуществляют самостоятельно.

## Этап 5 — допуск к эксплуатации

Если на предыдущих этапах на первое место выдвигались национальные требования, то на последнем этапе приоритетными становятся требования европейских стандартов.

С самого начала цель состояла в создании системы обеспечения безопасности движения поездов по спецификации UNISIG, хотя и эта спецификация к началу разработки не была готова окончательно. Перед началом внедрения системы действовала спецификация 2.2.0. На линии Берлин — Ютербог — Галле/Лейпциг в настоящее время установлена система,

удовлетворяющая (за некоторыми исключениями) спецификации 2.2.2. В ближайшее время ожидается принятие спецификации 2.2.4. В этой ситуации первостепенной задачей являются внедрение и эксплуатация работоспособной системы ETCS с проведением проверки на эксплуатационную совместимость уже при достаточной стабилизации спецификации UNISIG. Орган, уполномоченный для проведения такой проверки, участвовал во всех мероприятиях, связанных с разработкой системы. В него уже передан запрос на получение соответствующего сертификата.

Следующим шагом станет консолидация системы, в ходе которой будут проводиться испытательные, проверочные и приемочные поездки подвижного состава других изготовителей и других стран. Опыт показывает, что перед этим целесообразно испытать бортовые устройства в лабораторных условиях в связи с соответствующим центром RBC, поскольку даже

подтверждение полного выполнения требований спецификации не дает гарантии того, что бортовые устройства и RBC будут взаимодействовать в разных эксплуатационных условиях таким образом, как на это рассчитывает конкретная железная дорога.

### Перспективы

В 2005 г. планируется оборудовать линию Берлин — Ютербог — Галле/Лейпциг всеми принятыми на DBAG системами локомотивной сигнализации (т. е. наряду с ETCS также точечной АЛС PZB и АЛСН LZB), чтобы облегчить более широкое распространение европейской системы управления движением поездов в Германии.

*A. Beer et al. Signal und Draht, 2004, № 12, S. 19 – 21.*

## Упрощенная система диспетчерского управления для региональных линий

*Высшая инженерная школа в Вельсе (Австрия) разработала для компании Stern&Hafferl — оператора нескольких региональных железных дорог в Верхней Австрии недорогую современную систему диспетчерского управления движением поездов. Она основана на определении местоположения поездов посредством системы спутниковой навигации GPS и применении радиосвязи для обмена информацией между диспетчерским постом и поездами.*

В Европе эксплуатируется большое число систем обеспечения безопасности движения поездов, предназначенных для линий наиболее загруженной части железнодорожной сети. В последние годы разработана унифицированная европейская система управления движением поездов ETCS, внедрение которой в ближайшие годы начнется в большинстве стран Европы. Однако для повсеместного перехода на систему ETCS потребуется много лет, поскольку затраты на ее внедрение высоки. В течение длительного периода будут параллельно эксплуатироваться прежние системы локомотивной сигнализации и ETCS.

Небольшие региональные железные дороги зачастую не располагают крупными инвестициями, необходимыми для внедрения ETCS.

Многие региональные железные дороги используют технологию диспетчерского управления движением поездов, при которой диспетчер передает машинисту по радиотелефону разрешение на движение до определенной станции. Если при этом диспетчер или машинист локомотива делает ошибку, возможна опасная ситуация. Так, только в 2002 г. в Австрии произошло два крушения с тяжелыми последствиями — на железных дорогах Donauuferbahn (из-за ошибки диспетчера, который неправильно указал пункт назначения на линии) и Murtalbahn (по вине машиниста, который не пропустил встречный поезд в пункте скрещения).

В связи с этим цель проекта состояла в разработке такой системы, которая могла бы повысить безопасность и оптимизировать технологические процессы на региональных линиях с упрощенными условиями эксплуатации. Стоимость новой системы сигнализации должна быть примерно такой же, как существующей. В настоящее время железные дороги