

Новые технологии на железных дорогах Северной Америки

Две новые технологии — пневматического торможения с электронным управлением (ЕСР) и системы управления движением поездов Positive Train Control (PTC), получившие развитие в последние два десятилетия, в настоящее время достигли такой степени развития, что могут радикально изменить характер эксплуатационной деятельности грузовых железных дорог Северной Америки.

Обе технологии кардинально отличаются от традиционно принятых в эксплуатационной практике железных дорог. В отношении их применения в 2007 г. отмечен существенный прогресс, обусловленный, с одной стороны, поддержкой Федеральной железнодорожной администрации (FRA) и, с другой, что более существенно, активностью компаний-поставщиков и пользователей — железных дорог первого класса, которые реализуют программы развития и тестирования технических средств. Обе технологии предлагают существенно более высокий уровень безопасности по сравнению с применяющимися ныне, обе полнее используют собственный потенциал при совместном применении. И обе требуют миллиардных инвестиций в долгосрочной перспективе для внедрения в масштабе отрасли.

Система ЕСР

Общие принципы

Систему ЕСР можно рассматривать как наиболее существенное изменение техники торможения со времени появления в конце XIX в. пневматических тормозов, поскольку в ней электронные сигналы, а не изменение давления воз-

духа в тормозной магистрали приводят в действие воздухораспределители на каждом вагоне поезда. В системе ЕСР по-прежнему остаются традиционные тормозные цилиндры, рычажная передача и тормозные колодки, воздействующие на поверхность катания колес, но тормозная магистраль используется только для питания запасных резервуаров вагонов.

Давление сжатого воздуха в цилиндрах регулируется непосредственно через управляемую компьютером сеть. Каждый вагон оснащается одним или более управляющим устройством CCD, которое через соленоидные клапаны наполняет тормозной цилиндр сжатым воздухом и выпускает воздух из него. Давление в тормозных цилиндрах контролируется непосредственно каждым CCD в соответствии с командой на торможение, выдаваемой машинистом. В каждом CCD используется датчик для контроля давления в тормозном цилиндре, поэтому ЕСР действует как пневматический клапан-реле, который поддерживает давление на постоянном уровне вне зависимости от небольших утечек воздуха, так что конечное давление в тормозном цилиндре не зависит от хода поршня.

Поскольку сигнал от первого до последнего вагона поезда рас-

пространяется практически мгновенно, темп нарастания давления в тормозном цилиндре можно увеличить. В прошлом нарастание давления было существенно замедлено. Это было необходимо, чтобы предотвратить набегание хвостовых вагонов, у которых тормоза еще не сработали, на головные, тормоза которых уже полностью приведены в действие. В системе ЕСР темп нарастания давления в цилиндрах может быть доведен примерно до 0,41–0,48 атм/с в режимах экстренного и служебного торможения. Возможен плавный ступенчатый отпуск тормозов, поскольку давление в тормозной магистрали находится под прямым контролем машиниста. Тормоза можно приводить в действие, частично отпускать и снова неоднократно приводить в действие при движении поезда по участкам переменного профиля в пределах способности локомотивного компрессора заполнять запасные резервуары хвостовых вагонов длинного поезда. Практически при любых условиях эксплуатации очень трудно выйти на ситуацию истощения тормозной магистрали.

Преимущества

Преимущества перехода на систему ЕСР можно свести к следующему:

- уменьшается длина тормозного пути (теоретически на 50%), что допускает движение с меньшими межпоездными интервалами (в зависимости от применяемой системы сигнализации и длины блок-участков);
- значительно уменьшаются продольные силы в составе поезда (сжимающие и растягивающие);
- сокращается износ колес и тормозных колодок;
- снижается расход топлива на тягу поездов;
- имеется возможность самодиагностики системы управления тормозами.



Рис. 1. Поезд железной дороги Norfolk Southern, оснащенный пневматическими тормозами с электронным управлением

Все эти преимущества ведут к повышению пропускной способности линий при более полном обеспечении безопасности движения поездов и, следовательно, к улучшению финансового положения железных дорог.

Постепенное внедрение

На железнодорожном транспорте в принципе созданы бизнес-условия для перехода на подобные системы. Выполненное консультационной компанией Booz Allen Hamilton по заказу FRA исследование и разработанный план внедрения

позволили начать подготовку законодательной базы для применения ЕСП в масштабах отрасли. В сентябре 2007 г. FRA предложила законодательный акт, допускающий обращение поездов, оснащенных ЕСП, на расстояния до 5600 км (это вдвое больше, чем в настоящее время) с меньшим числом остановок для рутинной проверки тормозов. Предложенный законопроект включал несколько условий. Например, железная дорога должна четко определить процесс устранения проблем с тормозной системой, выявленных в пути следования, гарантировать проведение инспекций только квалифицированными специалистами и обеспечить соответствующую подготовку членов локомотивных бригад.

По оценке FRA, технология ЕСП может получить распространение в масштабах сети в ближайшие 10 лет, начиная с маршрутных углевозных поездов, вагоны которых не участвуют в междорожном обмене, затем перейти к маршрутным поездам, перевозящим другие массовые грузы, затем к поездам, осуществляющим перевозки контейнеров и полуприцепов, и в конечном итоге охватить весь парк вагонов, входящих в североамериканский пул, насчитывающий 1,3 млн. ед., на который распространяются правила и условия обмена вагонами между железными дорогами США и Канады.

С последним этапом могут быть сопряжены большие трудности, когда новые, оснащенные ЕСП вагоны будут вводиться в эксплуатацию, а старые подвергаться переоборудованию или выводиться из рабочего парка. Североамериканские компании — изготовители вагонов уже проектируют и выпускают подвижной состав, готовый к оснащению оборудованием ЕСП, включая электрические цепи и монтажные узлы для крепления кабелей и воздухо-распределителей, которые сами по себе могут быть установлены позднее.

Межвагонное проводное соединение стандартизировано Ассоциацией американских железных дорог (AAR) несколько лет назад. В нем применены коннекторы, подобные используемым в электропневматических тормозах и совмещенные с головками рукавов пневматической магистрали. В процессе расцепки электрические коннекторы рассоединяются самостоятельно и одновременно с соединителями воздушных рукавов. В процессе формирования поезда при сцеплении вагонов их соединяет рабочий практически в том же порядке, что и тормозные рукава, причем времени на два соединения по сравнению с одним требуется совсем ненамного больше.

Компании New York Air Brake (NYAB) и Wabtec Railway Electronics занимают лидирующие позиции как поставщики оборудования для ЕСП, тесно сотрудничая в разработках совместимых в эксплуатации систем. Компания Zeftron со своей стороны предлагает несколько отличающуюся, но вместе с тем эксплуатационно совместимую систему. Требование эксплуатационной совместимости является абсолютно необходимым, так как ЕСП будет



Рис. 2. Модуль системы EP-60, включающий устройство управления и контроля CCD и воздухо-распределитель

распространяться на весь вагонный парк постепенно. Интересно отметить, что NYAB и Wabtec тестировали и доказывали эксплуатационную совместимость своих технологий за пределами Северной Америки, а именно в ЮАР, на тяжелых углевозных поездах компании Spoornet.

В октябре 2007 г. компания Norfolk Southern (NS) первой из железных дорог первого класса США ввела поезда, оборудованные ECP, в регулярную эксплуатацию: два 115-вагонных углевозных поезда обращаются на линиях юго-востока штата Пенсильвания (рис. 1). Оборудование системы EP-60 производства NYAB (рис. 2) установлено на входящих в составы поездов вагонах-хопперах постройки двух компаний — FreightCar America и Trinity North American Freight Car и на входящих эти поезда тепловозах серии ES40DC постройки General Electric Transportation Systems (GETS). NS планировала в течение 2008 г. оснастить оборудованием ECP еще 30 тепловозов, 210 новых вагонов-хопперов и 180 хопперов, подлежащих модернизации.

Железнодорожная компания Burlington Northern Santa Fe (BNSF) намеревалась последовать примеру NS, введя оснащенный ECP углевозный поезд в обращение на линии длиной 2400 км между местом добычи угля в долине реки Паудер и тепловой электростанцией компании Southern около Бирмингема (штат Алабама). BNSF уже установила оборудование системы EP-60 производства NYAB на 12 своих тепловозах серии SD70MAC постройки Electro Motive Division (EMD), а компания Southern оснастила 300 своих вагонов оборудованием системы ECP-4200 производства Wabtec.

Таким образом, технология ECP имеет шансы стать стандартной на грузовых железных дорогах Северной Америки.

Система PTC

Современная ситуация

Североамериканская система управления движением поездов (Positive Train Control, PTC), предназначенная для предотвращения столкновений, сокращения числа постоянных и временных ограничений скорости и защиты рабочих на путях, обещает преимуществ не меньше, чем ECP, но требует значительно больших ресурсов на повсеместное внедрение. Причиной тому является необходимость в новых устройствах — напольных, в центрах управления и бортовых (на локомотивах). Кроме того, потребуются длительный и сложный процесс испытаний и сертификации. Требования к безопасности (Product Safety Plan) по каждой системе составляются при участии FRA и ею же согласовываются. Соблюдение этого условия обязательно для ввода системы в коммерческую эксплуатацию.

Новые стандарты и требования в первой редакции были разработаны рабочей группой FRA с помощью железных дорог, компаний-поставщиков и прочих заинтересованных сторон. Регулирующая база появилась в июне 2005 г. Разрабатываемые варианты системы PTC различны по комплексности и сложности в зависимости от уровня автоматизации и набора функций (и тем самым от степени реализуемого контроля). Последние разработки сконцентрированы пока на развитии некритичных для безопасности функций, что подкрепляет существующие методы организации эксплуатационной деятельности, но имеется и несколько разработок в области технологий, охватывающих и важные с точки зрения безопасности функции.

Так же как и в случае ECP, эксплуатационная совместимость систем PTC является критическим

фактором, особенно тогда, когда поезда одних железнодорожных компаний имеют право обращаться на линиях других железных дорог. В отрасли в настоящее время разрабатываются нормы эксплуатационной совместимости для бортовых систем на базе радиосвязи. В этом проекте принимают участие компании GETS, Safetran и Union Switch & Signal.

В последние годы в Северной Америке появились многочисленные проекты PTC. Несколько из них находятся на довольно продвинутой стадии и будут готовы к применению в относительно недалеком будущем.

Общепризнано, что ECP и PTC дополняют друг друга в аспектах безопасности и улучшения условий эксплуатации. На неосигнализованных территориях, например, PTC может быть использована для установления гибких режимов организации движения для грузовых поездов разных категорий, а ECP, гарантируя достаточную эффективность тормозных систем, может допустить движение с меньшими межпоездными интервалами, высвобождая тем самым пропускную способность.

Железные дороги Северной Америки все в большей степени полагаются на различные электронные системы и технологии передачи данных для реализации таких функций, как бортовой мониторинг технического состояния локомотивов и вагонов. Бортовые системы могут использовать каналы связи ECP для передачи данных на локомотив, откуда по каналам PTC они могут передаваться в головной центр управления движением, и все это в реальном времени.

Таким образом, современные компьютерные и телекоммуникационные технологии предлагают практически неограниченные возможности для создания «интеллектуального» поезда, связанного с «интеллектуальным» же центром управления.

Реализованные и реализуемые проекты РТС

Продвинутая система контроля скорости движения поездов Advanced Civil Speed Enforcement (Acscs) используется в Северо-восточном коридоре между Бостоном и Нью-Хейвеном и на высокоскоростных участках южнее Нью-Йорка. Acscs дополняет существующие системы локомотивной сигнализации и автоблокировки типа АТС, обеспечивая функциональность и безопасность при движении со скоростью до 240 км/ч.

Железная дорога Alaska Railroad планирует завершить в 2009 г. монтаж аппаратуры системы предотвращения столкновений поездов Collision Avoidance (CAS) разработки Union Switch & Signal. Эта система поддерживает жизненно важные функции, в том числе выдачу разрешений на движение и ограничений скорости в сочетании с системой непосредственного управления движением поездов Direct Traffic Control (DTC) на территориях, имеющих системы сигнализации и не имеющих их.

Оверлейная система управления движением поездов на базе радиосвязи Communication-Based Train Management (CBTM) разработки Wabtec, в которой развиты не критичные для безопасности функции, используется железной дорогой CSXT на неосигнализованном участке длиной 204 км между городами Спартанберг (штат Южная Каролина) и Огаста (Джорджия), эксплуатируемом под непосредственным диспетчерским управлением. FRA согласовала продление зоны действия системы еще на 219 км, что позволит CSXT завершить разработку программного обеспечения для адаптации принципов CBTM к осигнализованным территориям.

Оверлейная электронная система управления движением поездов Electronic Train Management System

(ETMS), которую Wabtec поставила железной дороге BNSF, представляет собой технологию на базе упомянутой выше системы CBTM, охватывающую критические для безопасности движения функции и поддерживающую выдачу разрешений на движение и ограничений скорости для соответствующим образом оснащенных поездов, а также предупреждений о приближении поезда к месту проведения путевых работ. ETMS дополняет существующие методы эксплуатации, используя данные действующих сигналов и систем управления. BNSF получила согласие FRA на применение ETMS в версии 1 на 35 отделениях и совместно с FRA проводит испытания более продвинутой версии 2 на осигнализованных линиях общей длиной 480 км с высокой плотностью грузового и пассажирского движения в штатах Техас и Оклахома. Еще одна версия ETMS разрабатывается для пригородной железнодорожной сети Metra в регионе Чикаго.

Инкрементная система управления движением поездов Incremental Train Control System (ITCS) разработки GETS используется в рамках пилотного проекта на участке длиной 96 км линии Чикаго — Детройт, эксплуатируемой компанией железнодорожных пассажирских перевозок Amtrak. ITCS, и контролирует жизненно важные для пассажирского движения функции, в том числе регулирование скорости движения поездов и выдачу на переезды оповещений о приближении поезда. Для передачи данных в системе ITCS используется радиосвязь, а не рельсовые цепи. В ходе совершенствования системы она была адаптирована к движению поездов со скоростью 177 км/ч вместо прежней 153 км/ч.

Неоверлейная система управления движением поездов Vital Train Management System (V-TMS) разработки Wabtec представляет собой вариант системы ETMS, используе-

мой на BNSF. Ее опытную эксплуатацию планировали начать в 2008 г. на линиях, обслуживающих долину реки Паудер, и в штате Вашингтон.

Неоверлейная оптимизированная система управления движением поездов Optimised Train Control (OTC) разработки Wabtec также является одним из вариантов системы ETMS. Она функционально объединена с новой унифицированной системой Unified Traffic Control System (UTCS), поставленной железной дороге NS компанией GETS, и образует, таким образом, полноценную систему РТС. NS начала опытную эксплуатацию системы на неосигнализованных линиях длиной 193 км в штате Южная Каролина.

Оверлейная система управления движением поездов Quantum Engineering's Train Sentinel охватывает критические с точки зрения безопасности функции. Она разработана на базе системы РТС, недавно введенной в эксплуатацию на железной дороге Panama Canal. Испытания системы предполагали начать в 2008 г. на 480 км линий железной дороги Ohio Central.

В настоящее время AAR, FRA, Amtrak, железная дорога Union Pacific (UP) и министерство транспорта штата Иллинойс осуществляют совместную разработку проекта единой североамериканской системы управления движением поездов North American Joint Positive Train Control. Эти работы направлены на создание эксплуатационно-совместимой системы, соответствующей требованиям отраслевых стандартов и обеспечивающей безопасность при движении поездов со скоростью до 177 км/ч. Система рассчитана на применение в условиях смешанного грузового и пассажирского движения. Испытания системы проходят в Центре транспортных технологий в Пуэбло.

W. Vantuono. *International Railway Journal*, 2008, № 4, p. 26–28.