

процессе отключения в месте к. з. с дугой значение этого параметра достигло бы 450 А·с;

- схемной надежности (два последовательно соединенных выключателя ВАБ-49, каждый из которых по своей отключающей способности и другим параметрам не уступает GE Rapid, резервируют друг друга);
- энергетической напряженности работы дугогасительных камер (838 против 247 кДж при отключении короткого замыкания на выводах тяговой подстанции);
- удобству обслуживания (ВАБ-49 представляет собой открытую конструкцию, наиболее удобную для обслуживания);
- стоимости (500 тыс. против 340 тыс. руб).

Практически по всем параметрам аналогом 2×ВАБ-49 может служить двоянный выключатель GE Rapid, т. е. 2×GE Rapid 4207 2×4. Однако он существенно проигрывает выключателю 2×ВАБ-49 по стоимости (1 млн. против 340 тыс. руб).

Установка на фидерах контактной сети тяговых подстанций одиночных выключателей GE Rapid без серьезных предварительных испытаний на отключающую способность с использованием специализированных стендов ОАО «УЭТМ» или ВНИИЖТа сопряжено со значительным риском. Кроме того, при оценке эффективности использования одиночных выключателей GE Rapid на фидерах тяговых подстанций следует обязательно учитывать дополнительные расходы, связанные с возрастанием числа пережогов контактного провода. До проведения таких испытаний одиночные выключатели GE Rapid могут быть рекомендованы только для использования на постах секционирования и в пунктах параллельного соединения.

Без проведения испытаний в качестве фидерных выключателей могут быть применены только двоянные GE Rapid. В этом случае они гарантированно обеспечат степень защищенности и надежности системы тягового электроснабжения, достигнутую на сети электрифицированных линий России. Однако по экономическим соображениям это вряд ли целесообразно.

Все сказанное в полной мере относится к выключателям GE Rapid 2207 2×4 и GE Rapid 6207 2×4.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выключатели автоматические быстродействующие ВАБ-49 на напряжение 3300 В. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Екатеринбург, 2001.
2. Тяговые подстанции: Учебник для вузов ж. д. транспорта. /Ю. М. Бей, Р. Р. Мамошин, В. Н. Пупынин, М. Г. Шалимов. М.: Транспорт, 1986. 320 с.
3. Kammerer A. Durchschmelzen von Fahrleitungen bei stehenden Fahrzeug//Elektrische Bahnen. 1940. S.153.
4. Соколов С. Д. Пережог контактного провода открытой электрической дугой //Вестник Всесоюзного науч.-иссл. ин-та ж. д. транспорта. 1962. № 3.
5. Обзор технических характеристик выключателей GE Rapid /Информация компании GS Power Controls.
6. Быстродействующие автоматические выключатели серии GE Rapid. ТУ 3414-059 /Пер. с нем. НИИЭФА-ЭНЕРГО, 2004.
7. Руководство пользователя. Быстродействующий автоматический выключатель постоянного тока GE Rapid 2607 ... 8007 /Пер. с нем. /Информация компании GE Power Controls, 2004.
8. List-Prices 2002 «Ge Rapid» in Euro.
9. Пупынин В. Н., Дарчиев С. Х. Сравнение характеристик выключателей 2×ВАБ-49-3200/30-Л (ОАО «УЭТМ», Россия) и GE Rapid 4207 2×4 (GT Power Controls, Германия) /Отчет по НИР. М.: МИИТ, 2004. 26 с.

## Внедрение электронно-пневматических тормозов на железных дорогах США

*Железные дороги США, несмотря на несомненные технико-эксплуатационные преимущества электронно-пневматических тормозов, до последнего времени занимали выжидательную позицию относительно их широкого внедрения, поскольку не были уверены в экономической целесообразности этого нововведения, требующего значительных капитальных вложений.*

Предпосылки широкого внедрения пневматических тормозов с электронным управлением (электронно-пневматических тормозов) на железнодорожном подвижном составе взамен обычных пневматиче-

ских очевидны. Применение электронно-пневматических тормозов на таких железных дорогах, как Quebec Cartier Mining (QCM, Канада) или Spoornet (ЮАР), позволило сократить на 5 – 15 % расход топлива на тягу поездов, увеличить на 20 % пропускную способность грузонапряженных линий, улучшить управляемость поездов, повысить скорость и безопасность движения, уменьшить действующие в составе поезда продольные нагрузки, что позволяет обеспечить сохранность грузов, и, наконец, продлить срок службы узлов и деталей механической части подвижного состава (в частности, тормозных колодок — на 25 – 35 %).

По мнению специалистов компании Burlington Northern Santa Fe (BNSF), тормоза с электронным

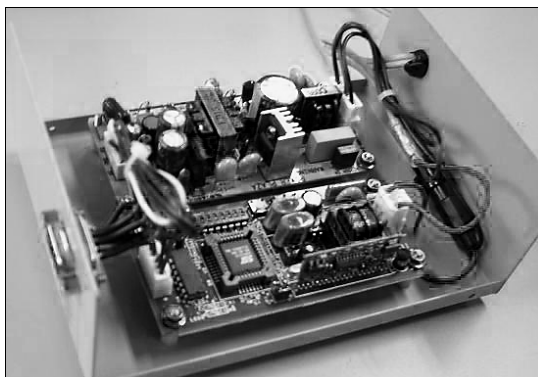


Рис. 1. Приемопередатчик системы PLT-22

управлением характеризуются более высокой надежностью, чем с чисто пневматическим. Пневматические тормоза вагонов поезда срабатывают последовательно от головы к хвосту, а электронно-пневматические позволяют обеспечить одновременное торможение или отпуск всех вагонов без толчков, что особенно проявляется в случае поездов большой длины и массы. Кроме того, такие тормоза имеют меньшее число подвижных частей и позволяют обеспечить непрерывную подзарядку воздушных резервуаров, а проходящий через все вагоны кабель управления тормозами можно использовать и в других целях, например в системе управления по системе многих единиц локомотивами, находящимися в середине или в хвосте состава, или в системе технической диагностики, когда по этому кабелю можно передавать информацию от детекторов перегрева букс или датчиков температурного режима в кузовах вагонов-рефрижераторов.

Благодаря указанным достоинствам электронно-пневматических тормозов железнодорожная отрасль сразу проявила к ним большой интерес. Среди первых компаний, которые провели испытания этой технологии в США, можно назвать BNSF, CSX Transportation (CSXT), Norfolk Southern (NS), Florida East Coast и Duluth, Missabe & Iron Range.

По мере внедрения совершенствовалась техническая база электронно-пневматических тормозов. Так, первоначально в цепи, соединяющей локомотив с вагонами поезда, использовались приемопередатчики системы PLT-10A, которые к 2000 г. устарели, и их стали заменять новыми приборами системы PLT-22 (рис. 1), принятыми в марте 2003 г. Американской ассоциацией железных дорог (AAR) в качестве стандартных.

В то же время в определенных кругах есть мнение, что железные дороги и владельцы подвижного состава стали избегать новых долгосрочных инвестиционных проектов, таких, как внедрение электронно-пневматических тормозов. Как полагают, это объясняется стремлением к получению немедленной прибыли от

инвестиций и отсутствием видения ситуации на перспективу.

Кроме того, железные дороги считают, что электронно-пневматические тормоза еще не созрели для широкого применения, поскольку до настоящего времени отсутствуют результаты широкомасштабных испытаний в реальных эксплуатационных условиях, которые с требуемой достоверностью подтвердили бы экономическую обоснованность применения этой новой технологии.

К тому же возникает проблема оптимального использования оборудования, так как иметь в парке подвижной состав, как оснащенный, так и не оснащенный устройствами электронно-пневматических тормозов, весьма неудобно с точки зрения формирования поездов и управления тормозами. При медленном темпе внедрения новое оборудование в течение длительного времени может «простаивать», не принося никакой пользы и не окупая затраты. Этот аргумент является общим для всех железных дорог, но, как кажется, сами они пока не очень стремятся преодолеть этот барьер.

Другим ключевым вопросом для железных дорог является определение источников финансирования и конкретных получателей экономической выгоды от применения новых технологий, особенно если учесть рост численности вагонного парка частных нежелезнодорожных компаний. Эффективность применения электронно-пневматических тормозов несомненна, но необходимо разработать правила распределения получаемой экономии между железными дорогами и собственниками подвижного состава.

Все железные дороги первого класса США положительно относятся к внедрению электронно-пневматических тормозов, но, с другой стороны, они внутренне еще не готовы к приобретению и установке соответствующего оборудования более чем на 1 млн. своих вагонов. Железные дороги, подобные QCM и BHP Iron Ore (Австралия), которые специализированы на перевозке железной руды, имеют собственный парк локомотивов и вагонов, и поэтому проблемы, связанные с вводом подобных технических новшеств, решать гораздо легче.

Среди тех, кто с полной определенностью намеревался использовать электронно-пневматические тормоза на своем подвижном составе, можно назвать также двух новых участников данного рынка: Queensland Rail (Австралия) и Министерство путей сообщения Китая. Железнодорожная компания Queensland Rail планировала оснастить соответствующей аппаратурой парк электровозов, проходящих капитальный ремонт с модернизацией, а затем перейти к оснащению вагонного парка. На железных дорогах Китая, согласно предварительным оценкам, имелась возможность оснащения аппаратурой элек-

тронно-пневматических тормозов на первом этапе около 200 локомотивов и 8000 грузовых вагонов, из которых формируются 200-вагонные углевозные поезда, с подписанием соответствующего контракта в 2004 г. Общий потенциал программы внедрения электронно-пневматических тормозов оценивается примерно в 20 тыс. вагонов, в которых перевозится уголь на экспорт.

Еще одной проблемой можно назвать технический риск. При всех достоинствах электронно-пневматических тормозов, компания General Electric Transportation в 2002 г. сочла более рациональным сосредоточить усилия на совершенствовании системы в проводном варианте, временно приостановив свою деятельность по продвижению беспроводного варианта до тех пор (предположительно в течение 2 лет), пока не удастся обеспечить его должную надежность и эффективность.

Поставщики оборудования электронно-пневматических тормозов считают, что на первом этапе наиболее целесообразным является использование на железных дорогах США двухрежимной (совмещенной) тормозной системы (т. е. обычные тормоза плюс тормоза с электронным управлением). Реализацию этой концепции предусмотрено начать на железных дорогах, где осуществляются перевозки угля и рудных материалов в маршрутных поездах, которые, как правило, имеют постоянное формирование и ограниченный полигон обращения. Положительные результаты применения такого подхода продемонстрировали железные дороги ЮАР (Spoornet) и QCM. Применение двухрежимной тормозной системы позволит обеспечить более плавный переход на электронно-пневматические тормоза, в то время как если сразу начать переоснащение вагонов только новым оборудованием, то такие вагоны нельзя будет включать в поезда, в которых используется обычное управление тормозами. Хотя двухрежимная тормозная система сравнительно дорогая, так как требует увеличения расходов на техническое обслуживание большего числа компонентов, она обеспечивает более высокую гибкость в эксплуатации.

В 2003 г. компания Wabtec Railway Electronics установила оборудование системы PLT-22 на 220 вагонах одного из эксплуатируемых Spoornet углевозных поездов COALink, а New York Air Brake (NYAB) закончила подобные работы по переоснащению 45 электровозов. Эти электровозы планировали ввести в эксплуатацию в мае-июне 2004 г., а в ноябре этого же года Spoornet организовала тендер на переоснащение остальных угольных вагонов (около 6600 ед.) с завершением работ в 2007 г.

В качестве альтернативы компания ZefTrop предлагает вариант использования эмуляционного клапана управления Chameleon, который устраняет необходимость в применении двухрежимной системы.

Вагон, снабженный таким клапаном, можно включать в поезда, в которых тормоза имеют управление как обычное, так и электронно-пневматическое, что позволяет облегчить перевод вагонного парка на новые тормоза. Испытания показали, что износ тормозных колодок и расход топлива при этом снижаются. Специалисты ZefTrop, однако, видят необходимость в сотрудничестве с другой компанией для ускорения разработок в данном направлении, которое, впрочем, считается паллиативным. Современные однорежимные системы, естественно, более эффективны и экономичны, но в настоящее время единственной железной дорогой, полностью перешедшей на электронно-пневматические тормоза, является QCM. Эта компания подписала с NYAB контракт на приведение 190 вагонов, оснащенных электронно-пневматическими тормозами, в соответствие со стандартом AAR, требующим применения приемопередатчиков системы PLT-22. Вагоны должны были снова войти в эксплуатацию в мае 2005 г.

Одной из железнодорожных компаний США, использующих стратегию двух режимов, является BNSF. Эта железная дорога в экспериментальном порядке использует типовую проводную двухрежимную тормозную систему EP-60 (рис. 2) компании NYAB на двух маршрутных поездах, которые обращаются на линии, связывающей железорудные шахты на севере штата Миннесота с портовым терминалом в г. Сьюпириор, штат Висконсин. Поскольку эти эксперименты оказались успешными, BNSF решила заказать аппаратуру электронно-пневматических тормозов стандартизированной системы PLT-22 для оснащения еще шести тепловозов серии SD60M и 410 рудовозных вагонов, так что парк подвижного состава BNSF, оснащенного таким образом, будет насчитывать восемь локомотивов и 630 вагонов. Кроме того, был переоснащен современной аппаратурой эксплуатируемый в штате Вайоминг парк углевозных вагонов, на которые ранее установили оборудование системы PLT-10A. К концу февраля 2005 г. планиро-

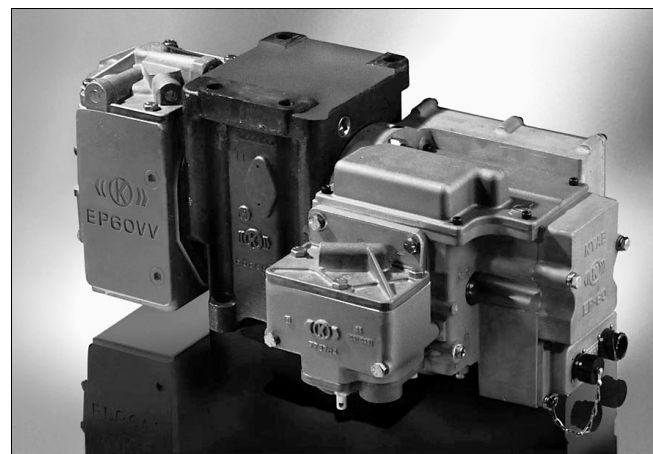


Рис. 2. Контрольный клапан системы EP-60

вали подобным же образом завершить переоснащение 80 тепловозов серии SD70MAC, также работающих в Вайоминге. Эти работы выполняются совместно с компанией NYAB. Железная дорога продолжала также искать полигоны, на которые целесообразно распространить технологию электронно-пневматических тормозов.

Однако до настоящего времени BNSF не имела возможности точного количественного определения экономического эффекта от внедрения новой системы управления тормозами и срока окупаемости соответствующих капитальных вложений ввиду недостатка представительной информации. Например, относительно двухрежимных систем некоторые данные относятся к рейсам, в которых тормоза управлялись обычным способом, другие — к рейсам с электронно-пневматическим управлением тормозами, так что нельзя отделить экспериментальные группы вагонов от контрольных. Не помогает и опыт других железных дорог, так как они значительно меньше по длине и объему перевозок, а также применяют иные методы технического обслуживания подвижного состава. Так, на железной дороге QCM, объявившей об уменьшении износа колес после внедрения электронно-пневматических тормозов, принята другая система ремонта и замены колес, чем система, стан-

дартизированная AAR и принятая на железных дорогах первого класса.

Многие железнодорожные компании также не имели достаточного объема информации для детального технико-экономического анализа эффективности использования электронно-пневматических тормозов, но в принципе были готовы приступить к их внедрению. Специалисты компании ZefTron, например, полагали, что заметный шаг в этом направлении будет сделан в 2005 г. Внедрение электронно-пневматических тормозов рассматривается как этап научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте, по своему значению сравнимый с заменой паровозов тепловозами и буксовых подшипников скольжения подшипниками качения.

Федеральная администрация железных дорог (FRA) намеревалась в октябре 2003 г. презентовать проект «Поезд высоких технологий», для участия в котором приглашено большое число компаний — поставщиков железнодорожного оборудования. FRA предложила компании NYAB оснастить экспериментальный пятивагонный поезд аппаратурой систем EP-60 и CCB-2.

*M. Luczak. Railway Age, 2004, № 1, p. 69 – 70, 73.*

## Снижение стоимости переездов в Великобритании

*Переезды представляют собой проблемные объекты как для водителей автомобильного транспорта (с точки зрения потерь времени на пропуск поездов), так и для железнодорожных компаний (с точки зрения расходов на их безопасное содержание). Высокий риск инцидентов, значимый для обеих сторон, обусловлен размерами движения через переезды транспортных средств. По данным британской компании инфраструктуры Network Rail, ежегодно через переезды проходит около 6 млн. поездов и 600 млн. автотранспортных единиц (рисунок), что создает немало условий для возникновения аварийных ситуаций.*

Неудивительно, что железные дороги при любой возможности стремятся ликвидировать переезды. Например, в Великобритании в рамках реконструкции магистрали Западного побережья в районе Ковентри вместо переездов построены путепроводы,

продолжается кампания по закрытию переездов в Швеции. Это радикальное решение является, к сожалению, слишком дорогим для массового распространения. Поэтому компания Network Rail в обозримом будущем сохранит на железных дорогах Великобритании 8188 переездов.

Большая доля пересечений в одном уровне, около 6500, приходится на неохранные переезды, используемые для пропуска сельскохозяйственного транспорта, пешеходов и т. п. Однако и на охраняемых переездах не обходится без происшествий.

В Великобритании эксплуатируются примерно 1600 охраняемых переездов, огражденных шлагбаумами половинной или полной длины и системами видеонаблюдения. В ближайшее время объектами модернизации станут переезды со световыми сигналами, но без шлагбаумов. Таких переездов в Великобритании немного (140), но на них, по оценке, приходится до 20 % риска вероятных происшествий. В Нидерландах реализуется стратегия полного осна-