

# О достижениях уральских ученых

В.М. САЙ, докт. техн. наук, проректор по научной работе УрГУПС



**Уральский государственный университет путей сообщения — один из лидеров на Урале в инновационной деятельности, его научные школы признаны и в России, и за рубежом. Фундаментальные и прикладные научные исследования ученых университета приносят ощутимые плоды. В настоящее время учеными университета ведутся исследования по основным проблемам развития транспортной системы страны.**

В УрГУПС функционируют 15 научно-производственных центров и лабораторий. На базе вуза сформировался региональный технополис, в состав которого входят НПП «Тормо», НПЦ «Промэлектроника», НПП «Спектр», НПП «Микроакустика», НПП «Мониторвагонтранс» и ряд других.

Результаты научных исследований публикуются в сборниках научных трудов института, в других центральных и межвузовских изданиях.

В данной статье мы подробнее остановимся на последних достижениях НИЛ «Вес поезда».

## О разработках научно-исследовательской лаборатории «Вес поезда»

Один из главных факторов повышения эффективности перевозок — увеличение и унификация веса и длины грузовых поездов. Эта цель, отраженная в стратегической программе развития компании «Российские железные дороги», достигается в основном за счет организации обращения ППМД — поездов повышенной массы и длины (длинносоставных, тяжеловесных и соединенных). Задача обостряется в период летних путевых и строительных работ, усугубляемых сезонной неравномерностью пассажирских перевозок. Специфика эксплуатации на различных участках наших стальных магистралей вынуждает иметь полный ряд технологий обращения ППМД, подкрепленных соответствующим техническим обеспечением, гарантирующим их четкое выполнение и безопасность движения.

Для вождения ППМД используют кратную тягу, как сосредоточенную в голове поезда, так и распределенную по его длине. Она ограничивается критериями управляемости автотормозов, а

также протяженностью приемо-отправочных путей на станциях.

Наиболее эффективны автотормоза при рассредоточении локомотивов по составу: снижаются продольно-динамические усилия в нем самом и отрицательное воздействие на путь. Тут не обойтись без надежных систем дистанционного управления тягой и автотормозами на локомотивах (что закреплено указанием МПС). Расстояние между локомотивами в соединенном поезде может достигать полутора километров, поэтому должно применяться радиотелеуправление.

Специфическая особенность российских дорог заключается в том, что поезда с распределенной тягой формируются как соединенные обычно для проследования только по определенному участку и в определенный период. При этом в ближайшие годы на всех локомотивах таких поездов бригады будут сохранены полностью или частично.

Практика испытаний полномасштабных систем дистанционного управления на соединенных поездах показала: у машиниста, выступающего в роли статиста, резко ослабевают готовность в случае необходимости брать на себя управление, устранять возникшие неисправности. Нынешний парк магистральных локомотивов не обладает технической надежностью, достаточной для того, чтобы можно было отказаться от присутствия квалифицированного работника. Поэтому (а также и потому, что нет безотказных средств автоматического пожаротушения) наличие машиниста на локомотиве обязательно. Целесообразно задействовать машиниста в наиболее многофакторных режимах управления (а именно в тяговом и электрического торможения). Наблюдая за показаниями приборов, ощущая продольную динамику поезда и сцепные свойства локомотива, машинист

выберет оптимальные темпы набора и сброса тяги, исключит боксование, осуществит плавный переход к электрическому торможению и т.п. В то же время режимы, при которых наиболее вероятны усилия, опасные для прочности и устойчивости подвижного состава, должны быть автоматизированы. К таковым относятся торможение и отпуск пневматических тормозов.

## Система КОНСУЛ-Т

Вероятность постоянного обращения всех локомотивов в соединенных поездах весьма мала. Оснащение их требующими непростого обслуживания системами дистанционного управления уместно только на определенных участках и направлениях. В подавляющем большинстве случаев достаточно эффективно использование переносных систем типа «КОНСУЛ-Т» (Комплексная Носимая Система Управления Локомотивами — Телемеханическая, с передачей информации по радиоканалу), устанавливаемых на все типы магистральных локомотивов (в ПКБ ЦТ выполнены соответствующие проекты).

В состав системы «КОНСУЛ-Т» входят блок телеуправления — телесигнализации (ТУ-ТС), переходные конструктивы к системе САУТ и радиостанциям РВ-1М или РВ-1.1М, кабельная разводка. С радиостанциями типа 42 РТМ-А2-ЧМ система стыкуется напрямую. Имеется модификация системы, позволяющая передавать информацию с помощью радиомодемов типа «МОСТ». В качестве исполнительного органа управления пневматическими тормозами обычно



используется электропневматическая приставка к крану машиниста, входящая в комплект аппаратуры САУТ (приставка к крану машиниста №206). Основной блок системы — блок ТУ-ТС — устанавливается на локомотиве не более чем за 30 секунд. Весь процесс оборудования локомотива в обеих кабинах под систему «КОНСУЛ-Т» занимает одну смену для бригады из двух человек.

Питание системы осуществляется от локомотивного стабилизированного источника вторичного электропитания типа ИП-ЛЭ с выходным напряжением 50 В. Максимальная потребляемая мощность составляет 60 Вт.

При срабатывании САУТ на головном локомотиве на торможение (при несоблюдении ограничений по скорости, сбое кодов АЛС, потере бдительности и т.п.) «КОНСУЛ-Т» автоматически подает команду ТУ «Торможение», на обоих локомотивах выполняется первая установленная ступень торможения и автоматически поддерживается.

Высокая безопасность достигается и за счет того, что команда «Экстренное торможение» может быть подана с любого локомотива соединенного поезда и в любое время. При этом все прочие команды автоматически отменяются. Исполнение команды предусмотрено как через приставку к крану машиниста, так и через электропневматический клапан автостопа ЭПК.

Система «КОНСУЛ-Т», кроме этого, обеспечивает выполнение второй и последующих ступеней разрядки тормозной магистрали с постоянной величиной  $0,3 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,03 \text{ МПа}$ ) без задержек на обоих локомотивах по команде с головного (режим «1»); сохранение информации о текущем состоянии блока ТУ-ТС при кратковременном или длительном снятии питающего напряжения; регулирование величины ступеней разрядки тормозной магистрали с точностью не хуже  $\pm 0,02 \text{ кгс/см}^2$  от заданной величины; бесступенчатый отпуск пневматических тормозов с восстановлением поездного давления.

«КОНСУЛ-Т» всесторонне испытан на всех видах тяги на восьми дорогах сети. В 2001–2003 гг. только на Западно-Сибирской железной дороге с нею успешно проведено более 6300 соединений поездов. (Крушение на участке Каргат — Убинка в сентябре 2002 г. стало следствием невключения системы.) В целом по сети дорог проведено более 15 тысяч составов без единого случая брака «по вине» системы «КОНСУЛ-Т».

Эффект от ее применения только за счет экономии топливно-энергетических ресурсов, по данным Западно-Сибирской железной дороги, составил в 2003 г. 1 09 000 рублей. Увеличились среднесуточная пропускная способность лимитирующих участков (до 10,7 пары двоящихся поездов) и весовой прирост (до 39 т на один поезд).

По предварительным подсчетам эффект от внедрения системы на четырех основных грузонапряженных направлениях сети железных дорог России составит 1 800 000 000 рублей.

### Система УКТМ

Тяжеловесные и длинносоставные поезда с тягой в голове отличаются от обычных худшей управляемостью автотормозов (особенно в части отпуска). Примерно половина обрывов автосцепок случается из-за неотпуска тормозов хвостовой части поезда и преждевременного набора тяги. При выполнении глубоких и экстренных торможений развиваются предельные, а то и запредельные продольные усилия. Все это оборачивается повышенным износом ударно-упряжных приборов, колесных пар и т.д.

Эти проблемы во многом снимает применение устройства контроля целостности тормозной магистрали по радиоканалу (УКТМ). Оно предназначено для непрерывного измерения давления в ТМ хвостового вагона, передачи этой информации по радиоканалу и отображения ее на цифровом индикаторе в кабине машиниста. С помощью УКТМ ускоряется процесс разрядки магистрали при служебных и экстренных торможениях, фиксируется глубокое неплановое снижение давления.

Устройство разработано в УрГУПС и ВНИИЖТ. Опытная партия (10 комплектов) выпущена ФГУП ПО «Октябрь», Каменск-Уральский Свердловской области. Уже проведены обкаточные испытания УКТМ в летний и зимний период на участке Свердловск-Сортировочный — Войновка.

Одновременное торможение с головы и с хвоста значительно снижает продольно-динамические силы в грузовом поезде. При регулировочных торможениях в одинаковых условиях продольные ускорения снижаются при синхронном торможении с использованием УКТМ в 3–5 раз по сравнению с торможением только с головы (при остановках со скорости 20–30 км/ч такие ускорения не определялись совсем).

Контроль целостности тормозной магистрали (перекрытие концевых кранов



в составе или их перемерзание) легко осуществляется при стоянке путем выполнения первой ступени торможения только с хвоста поезда — после срабатывания соответствующего датчика загораются лампы ТМ в кабине машиниста.

В декабре 2006 года на Западно-Сибирской железной дороге были проведены испытания с порожними стоягонными поездами и груженными составами весом 6000 тонн. Проверялась проходимость радиокоманд на торможение на каждом километре участка Иртышское-Укладочный. Она оказалась стопроцентной.

На стадии подготовки и обработки составов в парках формирования внедрение УКТМ обеспечит полноценную зарядку и опробование тормозов, достоверную картину изменения давления в тормозной магистрали хвоста поезда. Появится возможность ускорить зарядку сжатым воздухом, исключить случаи отправления составов с незаряженной тормозной магистралью. Масштабная эксплуатация устройств контроля целостности тормозной магистрали обещает существенное снижение продольно-динамических усилий при регулировочных и остановочных торможениях, уменьшение отрицательного воздействия на путь. Другими словами, на дороге можно будет выводить грузовые поезда весом 9000 тонн.

### Приборы контроля радиостанций

В лаборатории «Вес поезда» УрГУПС создан ряд приборов, позволяющих автоматизировать управление тормозами, выбрать оптимальный режим ведения грузового поезда, оперативно контролировать и измерять параметры поездных радиостанций непосредственно на локомотиве.

Успешно опробована на тормозной станции и экспериментальном кольце



РИПС КП.



РИПС. Давление в ТМ.

ВНИИЖТ микропроцессорная система управления тормозами. МИСУТ обеспечивает контроль параметров крана машиниста с дистанционным управлением, качественно командует процессами торможения и отпуска, обеспечивает совмещение и замещение различных видов торможения.

Портативные приборы для замера основных параметров радиостанций типа 42РТМ-А2-ЧМ обеспечивают их проверку непосредственно на локомотиве в течение 3–5 минут. Каждый из этих приборов заменяет три стационарных. Контролируются такие основные характеристики радиостанции, как вызывные частоты, выходная мощность передатчика, согласование выхода передатчика с антенно-фидерным устройством и чувствительность приемника по срабатыванию шумоподавителя.

### Система радиоизмерения параметров поезда

При вождении грузовых поездов, особенно на перевалистых профилях пути, необходимо выбирать такие режимы, которые не приводят к появлению в поезде усилий не только опасных по прочности и устойчивости подвижного состава, но и позволяют избежать быстрого усталостного накопления в различных частях подвижного состава. При этом должны соблюдаться заданное время хода и расход топливно-энергетических ресурсов.

Как правило, режимы вождения грузовых поездов разрабатываются на основе экспериментальных поездок с использованием динамометрических и тормозоиспытательных вагонов и тягово-энергетического вагона-лаборатории. Для необходимой полноты исследования в состав ставят несколько измерительных вагонов, рассредоточенных по длине состава. Каждый из измерительных вагонов должен иметь прикрытие с обеих сторон из пол-

ностью загруженных вагонов; обычно это восьмиосные цистерны, полностью залитые водой. Отсюда следуют большие временные затраты на формирование и расформирование такого поезда, большие людские затраты высококвалифицированного персонала в измерительных вагонах.

Так как во всем мире наблюдается тенденция к увеличению массы и длины грузовых поездов, то становится очевидной необходимость автоматизации выбора оптимальных режимов их ведения на различных участках железных дорог, в том числе и с точки зрения минимизации продольно-динамических усилий в составе. Такое может быть достигнуто только с применением системы дистанционного измерения параметров подвижного состава.

Оптимальный режим ведения поезда (по продольной динамике во взаимосвязи с другими параметрами) можно выбрать с помощью радиоизмерительной системы РИПС. Характерными особенностями данной системы являются: старт-стопный режим работы и отсутствие возможности оперативного наблюдения за изменением усилий в составе. Считывание данных с каждого сечения производится только на остановках и по времени практически равно продолжительности записи. Это создает значительные неудобства в эксплуатации и, главное, не позволяет оперативно, в процессе поездки, менять режимы движения (управления локомотивом) с целью определения их влияния на продольную динамику состава.

От этих недостатков свободна система телеизмерения РИПС. Система позволяет одновременно измерять различные параметры по 10 (десяти) сечениям грузового поезда. При этом на управляющий полукомплект системы, располагаемый в локомотиве или вагон-лаборатории за локомотивом, каждую секунду по радиоканалу передаются основные данные обо всех измеряе-

мых параметрах с каждого сечения. Эти данные отображаются на экране дисплея, что позволяет в процессе поездки многократно менять режимы движения и мгновенно получать данные об изменениях в составе. Кроме того, по каждому сечению ведется полная запись всех измеряемых параметров в энергонезависимую быстросъемную память, которая потом считывается в персональный компьютер для последующей обработки. Это позволяет получить полное представление о том, что происходит с реальным грузовым поездом во время его движения в реальных условиях.

Система достаточно гибкая и позволяет подключать на каждом сечении все или только некоторые датчики, а именно:

- до 4 датчиков давления (от 0 до 1,0МПа, точность  $\pm 0,25\%$ );
- до 4 датчиков ускорения по двум осям ( $\pm 10g$ , точность  $\pm 1\%$ );
- до 3 датчиков угла поворота ( $\pm 180^\circ$ , точность  $\pm 0,1\%$ );
- тензометрический модуль с тарированной автосцепкой.

Система рассчитана на автономную поездку в течение 12 часов при температуре от  $-20^\circ\text{C}$  без замены аккумуляторных батарей на каждом из сечений. При этом все время контролируется напряжение на аккумуляторе с прогнозом оставшегося времени работы.

Система может быть также оснащена системой GPS-навигации с привязкой измеряемых параметров к географическим координатам, которые впоследствии можно перевести в конкретную точку профиля участка испытаний.

*Следует отметить, что спектр фундаментальных, поисковых и опытно-конструкторских работ, осуществляемых на базе УРГУПС, весьма обширен. В рамках данной статьи невозможно рассказать обо всех последних разработках вуза, мы продолжим знакомить вас с ними в следующих выпусках.*