

Основными причинами отказов ходовых частей вагонов послужили неисправности: тормозного оборудования – 40 случаев, колесных пар – 13 случаев, редукторно-карданных приводов – 11 случаев, остановка по показаниям КТСМ из-за течи горячей воды – 5 случаев, хвостовых сигнальных фонарей – 4 случая, прочие – 6 случаев.

Основными причинами отказов внутреннего оборудования вагонов послужили неисправности: регулировки устройств натяжения ремней редукторно-карданных приводов ТРКП – 18 случаев, повреждения устройств контроля нижней негабаритности – 8 случаев, системы контроля нагрева букс – 6 случаев, прочие – 6 случаев.

Для обеспечения высокого уровня безопасности пассажирских перевозок на Белорусской железной дороге создана действенная система, направленная на профилактику и предупреждение нарушений безопасности движения поездов, которая реализуется посредством выполнения комплекса взаимосвязанных организационных, технических, экономических мероприятий, направленных на усиление дисциплины и повышение надежности в работе подвижного состава.

Основными перспективными направлениями реализации системы обеспечения безопасности в пассажирском хозяйстве являются приобретение современного подвижного состава, системное изменение подходов к организации проведения ремонта и технического обслуживания пассажирских вагонов, организация работы и контроль за обеспечением безопасности движения поездов и эксплуатации подвижного состава.

Вновь приобретаемый подвижной состав по своим техническим характеристикам обладает высоким уровнем надежности узлов и оборудования (срок службы вновь приобретаемых пассажирских вагонов составляет 40 лет), оснащен устройствами контроля безопасности и диагностики, современными системами электрооборудования и жизнеобеспечения, внутренним оборудованием, обеспечивающими достаточный уровень комфортабельности и безопасности проезда пассажиров. В связи с приобретением подвижного состава новой конструкции, оборудованного современными деталями и узлами (двухосные тележки безлюлечного типа, дисковый тормоз, прислонно-сдвижные наружные и торцевые двери, входные ступени поворотного типа), в 2015 и 2018 гг. введены в действие новые руководящие документы устанавливающие требования к проведению плановых видов ремонта в объемах ДР, КР-1, КР-2, КВР.

Для безусловного обеспечения безопасности движения поездов и эксплуатации подвижного состава необходимо продолжить работу, направленную на профилактику и предупреждение нарушений безопасности движения поездов и отказов технических средств, усилить контроль за соблюдением должностных обязанностей исполнителей и выполнением требований технологического процесса, проводить своевременную актуализацию локальных технологических документов по техническому обслуживанию, своевременную поставку товарно-материальных ценностей, необходимых для технического обслуживания и эксплуатации пассажирских вагонов, а также совершенствовать эффективную систему подбора кадров.

УДК 629.4.053

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПУСКА ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

*В. А. ЗАГОРЦЕВ, В. А. СТАЛЬМАКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*А. Н. РУСАК*

*Минский метрополитен, Республика Беларусь*

На сегодняшний день на линиях Минского метрополитена эксплуатируются 365 вагонов моделей 81-717 и 81-714, а также их модификации. Данные вагоны серийно выпускались с 1977 по 2010 гг. на Мытищенском машиностроительном заводе и на Ленинградском вагоностроительном заводе. Данные вагоны являются технически и морально устаревшими. В качестве системы управления на них используется реостатно-контакторная система управления (РКСУ). Комплект тягового электрооборудования на данных вагонах включает в себя достаточно большое количество контактной аппаратуры: реостатный контроллер типа ЭКГ-39, переключатель последовательно-параллельного соединения, входящим в

состав переключателя ПКГ-761, реверсор, контроллер машиниста. В ходе эксплуатации данная контактная аппаратура показала себя крайне ненадежно. Анализ отказов оборудования вагонов на примере электродепо «Московское» Минского метрополитена показал, что 64 % всех неисправностей приходится на электрооборудование. Средний возраст вагонов в данном электродепо составляет 19 лет.

Попытки модернизации данных вагонов путем внедрения на них современных систем управления оказались неудачными, например применение тиристорно-импульсной системы управления (ТИСУ). В ходе испытаний вагоны не показали заявленных характеристик и во многом даже уступили реостатно-контакторной системе управления. При этом вагоны с ТИ-СУ были дороже базовых вагонов с РКСУ. Именно поэтому вагоны моделей 81-718 и 81-715, выпущенные на базе вагонов 81-717 и 81-714, не стали производиться серийно. Их основным заказчиком был Ташкентский метрополитен, который закупал их на ЗАО «Вагонмаш». Применение асинхронных тяговых электродвигателей также не доказало свою экономическую эффективность. В настоящее время все вагоны, производимые на Мытищенском машиностроительном заводе, снабжаются асинхронными тяговыми электродвигателями (АТД), например электропоезда «Нева» или «Ока». Как показывает практика, затраты на обслуживание дорогостоящих преобразователей оказывается намного больше затрат на обслуживание коллекторных тяговых электродвигателей и контактной аппаратуры. При этом первоначальная стоимость составов с АТД выше, чем у составов с РКСУ или с ТИСУ.

Анализируя данные факты, нельзя не принять во внимание, что модернизация системы управления в целом является экономически нецелесообразна. Именно поэтому стоит принять во внимание модернизацию более мелкого узла, например: применение бесконтактных реле взамен устаревших электромеханических; замена электродвигательного привода реостатного контроллера на шаговый электродвигатель; замена реостатного контроллера тиристорным коммутатором; модернизация устройства автоматического пуска, которое является составной частью РКСУ.

Наиболее перспективной является модернизация узла автоматического пуска. Пуск электропоездов метрополитена происходит в среднем каждые 2 минуты, так как станции находятся на расстоянии нескольких километрах друг от друга. При частых пусках с ручным управлением, то есть переключением всех реостатных позиций вручную (а их на вагонах моделей 81-717/714 – 36), трудно выдержать нужную величину пускового тока. В этих условиях даже небольшое снижение пускового тока приведет к заметному опозданию поезда, а увеличение пускового тока может вызвать боксование колесных пар и повреждение тягового электродвигателя. Поэтому автоматический пуск целесообразен именно для поездов с частыми остановками и пусками.

На вагонах метрополитена моделей 81-717 и 81-714 используется автоматический пуск с ограничением по току. При автоматическом пуске с ограничением по току переход с одной реостатной позиции на следующую происходит при определенном значении пускового тока. В процессе разгона поезда по мере увеличения скорости движения происходит постепенное уменьшение тока тяговых электродвигателей. При снижении тока до заданной величины (тока уставки реле ускорения) на тяговые электродвигатели подается управляющее воздействие, которое приводит к увеличению тока. После того как ток опять снизится до величины тока уставки, подается следующее управляющее воздействие, ток опять возрастает и т.д. Данный процесс представлен на рисунке 1, а.

Приращение скорости на каждой реостатной позиции по мере уменьшения сопротивления пускового резистора также уменьшается вследствие того, что характеристики становятся более пологими. Недостаток этого способа – резкий толчок в начале пуска, вызванный увеличением тока до максимального значения. Основным элементом автоматического пуска является электромеханическое реле РУТ типа Р52Б, схема которого приведена на рисунке 1, б.

Реле ускорения и торможения (РУТ) контролирует величину тока в силовой цепи, под контролем вращается РК и происходит вывод пуско-тормозных резисторов. На одном сердечнике установлено 5 катушек: авторежимная, регулировочная, две силовые и подъемная.

РУТ отрегулирован таким образом, что при работе только силовых катушек уставка его на отпадение контактов равна 300–340 А. При работе авторежимной катушки уставка РУТ увеличивается максимально на 85А и становится равной 395–425 А.

Ток уставки РУТ имеет допуск  $\pm 15$  А для каждого из значений массы вагона. Это связано с тем, что в качестве задающего элемента на данном реле используется пружина. Ее настройка – трудоемкий процесс, требующий серьезной подготовки. Большое отличие токов уставки для разных масс состава значительно влияет на электромеханические характеристики вагонов, а также на расход электрической энергии состава в целом.

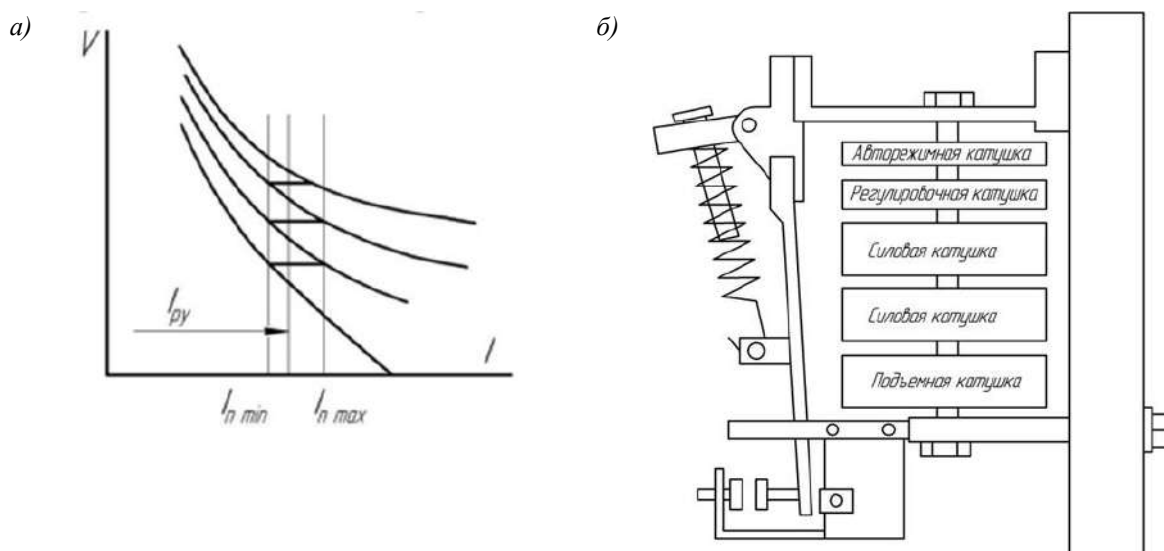


Рисунок 1 – Автоматический пуск с ограничением по току и применяемое оборудование

Предлагаемая модернизация РУТ – замена устаревшего электромеханического реле Р-52Б на современный электронный аналог (электронный модуль ускорения и торможения). Данный модуль выпускается на различных предприятиях России и Украины. Данное реле предназначено для установки на вагоны моделей 81-717 и 81-714. Имеет простую светодиодную индикацию состояния и не требует специального оборудования для его обслуживания и ремонта. Данное реле выполняет также функцию реле перегрузки, установленные на вагоне: при увеличении тока в одной цепи тяговых электродвигателей или при резком его уменьшении данное реле срабатывает гораздо быстрее электромеханического реле перегрузки.

Таким образом, как показали тяговые расчеты, проведенные на участке «Уручье – Институт культуры» «Московской» линии Минского метрополитена, показали, что с учетом суточной неравномерности пассажиропотока (а значит, и загрузки составов) установка электронного модуля ускорения и торможения на вагоны метрополитена взамен электромеханического реле типа Р-52Б позволяет экономить 0,99 % электроэнергии на тягу поездов.

#### Список литературы

1 Плакс, А. В. Системы управления электрическим подвижным составом : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А. В. Плакс – М. : Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп.; Маршрут, 2005. – 358 с.

УДК 629.4.015

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО АМОРТИЗАТОРА ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

*В. Н. ИЩЕНКО, Ю. В. ЩЕРБИНА*

*Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев, Украина*

Анализ работы существующей конструкции гидравлического гасителя колебаний пассажирского вагона типа НЦ-1100 свидетельствует о существенных недостатках конструктивного исполнения его отдельных узлов и элементов. Поиск технических решений, направленных на улучшение работоспособности и повышение надежности гидравлического амортизатора в межремонтный период служит важной задачей обеспечения стабильной работы всей динамической системы вагона. Одним из предложенных решений по повышению эффективности работы и устранению конструктивных недостатков гидроамортизатора типа НЦ-1100 является проект комплексной модернизации гидравлического аппарата.

Разработанный опытный образец гидравлического гасителя колебаний усовершенствованной конструкции успешно прошел опытные стендовые испытания на стендовом оборудовании типа СВД11-