

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО БЕСКОНТАКТНОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРЕГРЕВА БУКС ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



Г.И. Костинский



К.Л. Шляховский

Рассмотрены преимущества новых систем автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена. Показана реализация системы на объекте Московского метрополитена.

Ключевые слова: транспортная система, метрополитен, бесконтактные системы, перегрев букс, ПОНАБ

Для улучшения качества работы Московского метрополитена первостепенное значение имеет обеспечение безопасности движения поездов, повышение пропускной способности участков, а также эффективное использование применяемых технических средств [1]. Вопросам безопасности движения и повышения пропускной способности Московского метрополитена посвящено множество работ отечественных и зарубежных авторов [2–5]. В работе [2] предлагается алгоритм централизованного управления движением поездов метрополитена, который отвечает на изменения регулирующих ограничений, вызванные возмущениями в системе. Принципы построения и структура

централизованной интеллектуальной системы автоматического управления движением поездов городского транспорта разработаны и обоснованы в работе [3]. Технологические особенности автоматизированного построения графика движения поездов по Кольцевой линии Московского метрополитена сформулированы в работе [4].

Процессу автоматического контроля технического состояния поездов в процессе движения на Московском метрополитене (а именно определению температуры нагрева ходовых частей поездов) уделяется большое внимание, поскольку некачественная и несвоевременная диагностика перегрева нагретых

Костинский Григорий Игоревич, и.о. начальника дистанции ДЦ и ПОНАБ Службы сигнализации, централизации и блокировки, Дирекция инфраструктуры, ГУП «Московский метрополитен». Область научных интересов: управление в технических системах и системы обеспечения движения поездов.

Шляховский Константин Леонидович, старший электромеханик дистанции ДЦ и ПОНАБ Службы сигнализации, централизации и блокировки, Дирекция инфраструктуры, ГУП «Московский метрополитен». Область научных интересов: управление в технических системах и системы обеспечения движения поездов.

Новиков Вячеслав Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: управление в технических системах и системы обеспечения движения поездов. Автор 28 научных работ, в том числе двух учебников. Имеет три патента на изобретения.

Логина Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление и защита информации» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: теория автоматического управления, управление и планирование движения поездов, оценка качества управления движением поездов, обучение оперативных работников транспортных систем. Автор 35 научных работ.

букс может иметь последствия катастрофического характера.

В нормальном режиме количество выделяемого буксой тепла равно количеству тепла, рассеиваемого элементами буксы и колесной пары в окружающее пространство. Нормальный режим работы наступает примерно через 40 км после выхода поезда на линию.

Значение температуры буксы зависит от скорости и ускорения движения поезда, температуры воздуха, массы поезда и других факторов.

Системы автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена (далее – ПОНАБ) выявляют буксы, температура которых превышает температуру окружающей среды на 35°C; таким образом в 70% случаев они обеспечивают выявление перегретых букс с температурой выше 100°C и в 80% случаев выявляют перегрев букс с температурой выше 140°C.

В Московском метрополитене строятся и модернизируются ряд новых линий, что приводит к необходимости обеспечения высокого уровня безопасности движения. Повышение безопасности движения достигается путем модернизации разработки новых методов контроля подвижного состава в процессе его движения по участкам безостановочного следования, а также в использовании микропроцессорных комплексов. В связи с этим проводится разработка и внедрение аппаратуры контроля буксовых узлов, колесных пар, волочащихся деталей и др.

Аппаратура контроля и диагностики представляет собой стационарный комплекс микропроцессорных устройств, размещаемый вдоль участка движения поезда, обеспечивающий заблаговременную выдачу дежурному по блок-посту и дежурному по станции, а также локомотивной бригаде информации о наличии и расположении в поезде вагонов с неисправными элементами.

В настоящее время на Московском метрополитене успешно применяются различные типы аппаратуры контроля отдельных узлов подвижного состава, а также комплексного контроля подвижного состава с централизованным сбором и обработкой информации о состоянии контролируемого объекта.

Один из первых образцов аппаратуры бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава был создан Уральским отделением ЦНИИ МПС. В Московском метрополитене системы автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава принято называть устройствами ПОНАБ, что расшифровывается, как приборы обнаружения нагретых букс. С 1969 г. начат выпуск и внедрение на железных дорогах первой отечествен-

ной модели аппаратуры контроля букс ПОНАБ-2, разработанной под руководством П.С. Шайдунова и В.И. Самодурова [6]. Опыт эксплуатации этой аппаратуры в различных условиях позволил более полно сформулировать требования к устройствам ПОНАБ для российских железных дорог и метрополитенов, и разработать более совершенную модель того времени – аппаратуру типа ПОНАБ-3. С 1972 г. начат выпуск и внедрение аппаратуры типа ПОНАБ-3.

В Московском метрополитене в настоящее время эксплуатируются три типа устройств ПОНАБ:

1. Приборы обнаружения нагретых букс, модернизированные, версия 3 (ПОНАБ-3).

2. Дистанционно-информационная система контроля букс (ДИСК-Б).

3. Комплекс технических средств многофункциональный (КТСМ) версий 02 и 03.

Аппаратура ПОНАБ-3 была установлена с 1981 по 1987 гг. – всего 10 комплектов. ДИСК-Б [7] начали устанавливать с 1997 по 2003 гг., сделали капитальный ремонт трех комплектов ПОНАБ-3 и заменили их на ДИСК-Б, а также дополнительно установили еще шесть комплектов аппаратуры ДИСК-Б. В итоге в настоящее время находится в эксплуатации семь комплектов аппаратуры ПОНАБ-3 и восемь комплектов аппаратуры ДИСК-Б, а на станции «Варшавская» на замену демонтированного оборудования ДИСК-Б подготовлен в установку комплект КТСМ-03.

Первый комплект КТСМ-02 [8–11] включен в опытную эксплуатацию в июне 2019 г. на станции «Прокшино», второй – в марте 2020 г. на станции «Окская», в 2021 г. два комплекта КТСМ-03 приняты в опытную эксплуатацию на станции «Народное ополчение».

Важными факторами по повышению безопасности движения являются:

1. Улучшенная выявляемость комплексом КТСМ-02 перегретых букс с температурой шеек осей выше 140–180°C, которая составляет 94–97%. В ДИСК-Б этот показатель равен 90%, а в аппаратуре ПОНАБ-3 – 85%.

2. Автоматизированное оперативное оповещение дежурного персонала службы СЦБ и движения об аварийных ситуациях.

Кроме того, применение КТСМ-02 позволит улучшить условия эксплуатации и обслуживания системы по причине:

1. Уменьшения операций по обслуживанию системы в три раза.

2. Улучшения условий труда за счет использования микропроцессорных автоматизированных рабочих мест АРМ.

3. Повышения безопасности персонала при эксплуатации и обслуживании компонентов и устройств системы.

4. Повышения удобства обслуживания системы вследствие применения самодиагностики оборудования.

Пропускная способность линий повысится за счет выявления предаварийных состояний букс и своевременной замены подвижного состава.

Показатели надежности работы устройств ПОНАБ улучшатся из-за применения новой микропроцессорной элементной базы и современных модернизированных средств диагностики.

Современной системой ПОНАБ является комплекс КТСМ-02 [9–11] – это микропроцессорная многофункциональная система автоматического контроля технического состояния железнодорожного подвижного состава.

КТСМ представляет собой комплекс аппаратно-программных средств индикации и контроля состояния подвижного состава, в состав которой входят:

1. Стационарное оборудование, устанавливаемое в помещениях дежурного поста централизации или дежурных по станции, которое включает в себя:

- рабочую станцию с прикладным программным обеспечением линейного пункта контроля (АРМ ЛПК) (рис. 1);

- коммутационный шкаф (рис. 2).

2. Постовое оборудование, устанавливаемое в помещении дежурного поста централизации.

3. Перегонное оборудование, которое устанавливается в специальных, определенных проектом точках в тоннеле.

4. Напольное оборудование, которое крепится с помощью гарнитурного крепления к элементам пути и устанавливается в непосредственной близости от рельса.

5. Кабельное хозяйство и муфты, предназначенные для осуществления обмена данными и сигналами между компонентами системы.

Передача информации от стационарного оборудования к центральному пункту контроля осуществляется по волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), а все комплексы КТСМ включены в единую сеть с помощью ВОЛС.

Контроль перегрева букс также осуществляется централизованно, дежурным инженером службы СЦБ на АРМ всех комплексов, установленных в Московском метрополитене.

Конструктивно станционная стойка системы ПОНАБ состоит из:

- двух (левой и правой) напольных малогабаритных камер (далее – «НК», «камера»), устанавливаемых на гарнитурное крепление;

- блока управления напольными камерами (далее – БУНК);

- комплекта кабелей и соединительных муфт (рис. 3).

Блок управления напольными камерами устанавливается в стойке комплекса КТСМ (рис. 4) и подклю-



Рис. 1. Автоматизированное рабочее место линейного пункта контроля



Рис. 2. Коммутационный шкаф

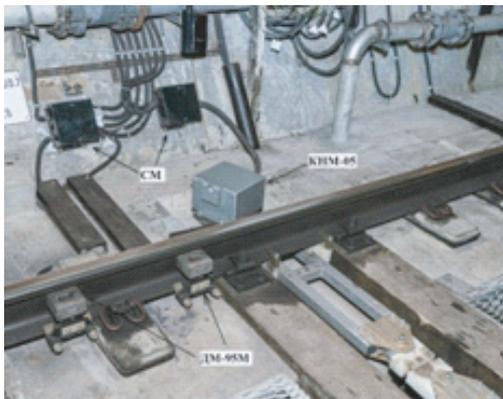


Рис. 3. Напольное оборудование КТСМ-02:
КНМ-05 – напольные камеры; ДМ-95Н – магнитные датчики; СМ – соединительные муфты

чается к источнику бесперебойного питания (далее – ИБП) или к блокам БСК и ПК-05 базового блока интерфейсными соединительными кабелями.

Камеры подключаются к БУНК кабелями, коммутируемыми в соединительных коробках и устанавливаются на гарнитурном креплении.

В системе КТСМ-02 применяется дополнительное оборудование для технического обслуживания, к которому относится: калибратор, предназначенный для настройки коэффициента передачи тепловых сигналов; стенд, предназначенный для юстировки оптической оси болометра.

С 2021 года выпуск КТСМ-02 прекращен, и на смену ему пришла система нового поколения КТСМ-03, которая построена с применением новых технологий и микропроцессорных блоков, программных и конструктивных решений при сохранении совместимости с напольным оборудованием.

Обновление технических средств за счет замены морально и физически устаревшего оборудования ПОНАБ-3 и ДИСК-Б на оборудование, использующее современную микропроцессорную элементную базу КТСМ-02 и КТСМ-03, позволит:

- повысить удобство, оперативность и качество обслуживания системы;
- улучшить условия труда, производительность и надежность оборудования за счет использования микропроцессорных АРМ;
- улучшить условия труда персонала при эксплуатации и обслуживании компонентов и устройств системы.

В настоящее время в Московском метрополитене решается задача по замене устаревших устройств

контроля температуры нагрева буксовых узлов вагонов поездов.

Уже ведутся проектные работы по замене аппаратуры ПОНАБ-3 и ДИСК-Б на современные комплексы технических средств КТСМ-03 на станциях «Люблино», «Савеловская», «Партизанская», «Нагатинская», «Киевская», «Библиотека имени Ленина», «Курская».

В рамках реализации проектов по вышеуказанным станциям предусматривается полностью заменить напольное оборудование – установить современные малогабаритные камеры с микропроцессорным управлением. В качестве постового оборудования в аппаратных будет установлена аппаратура КТСМ-03, также планируется оснащение каждой аппаратной автоматизированным рабочим местом АРМ ЛПК. Физические линии связи будут заменены на линии ВОЛС, по которым будет осуществляться передача информации. Все комплексы КТСМ, установленные в метрополитене, с помощью ВОЛС будут включены в единую информационную сеть, что позволит получать, сохранять и выводить информацию о техниче-



Рис. 4. Станционная стойка КТСМ-02:
ПК-05 – блок базовый; БУНК – блок управления напольными камерами; БСК-1 – блок силовой и коммутационный;
ИБП – источник бесперебойного питания

ском состоянии всех проконтролированных поездов на монитор автоматизированного рабочего места центрального пункта контроля (АРМ ЦПК).

КТСМ обеспечивает возможность бесконтактного выявления предотказного (предаварийного) состояния подвижного состава, что позволит предупредить серьезные неисправности и повысить безопасность движения.

Выводы

В статье был рассмотрен ряд вопросов, касающихся структуры, конструкции, функционирования систем автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена, повышающих безопасность движения поездов и обеспечивающих повышение пропускной способности за счет выявления предаварийных состояний букс. В перспективе возможна модернизация данных систем. 

Литература

1. Правила технической эксплуатации метрополитенов Российской Федерации. – Москва: ЗАО Издательский центр ТА Инжиниринг, 2003. – 109 с. – Текст: непосредственный.
2. Metro train operation control algorithms with regulation restrictions adaptive to system state changes / L.A. Baranov, E.P. Balakina, L.N. Loginova, P. Vorobiev // 2014 11th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control, CCE 2014 : 11, Ciudad del Carmen, 29 сентября – 03 2014 года. – Ciudad del Carmen, 2014. – P. 6978283. – DOI 10.1109/ICEEE.2014.6978283.
3. Интеллектуальное централизованное управление движением внеуличного городского железнодорожного транспорта в условиях интенсивного движения / Л.А. Баранов, В.Г. Сидоренко, Е.П. Балакина, Л.Н. Логинова. – Текст: непосредственный // Надежность. – 2021. – Т. 21, №2. – С. 17–23. – DOI 10.21683/1729-2646-2021-21-2-17-23.
4. Сафронов, А.И. Особенности планирования безопасного перевозочного процесса на Московском метрополитене при учёте специфики работы электродепо «Красная Пресня» Кольцевой линии / А.И. Сафронов. – Текст : непосредственный // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Материалы XXVIII международной конференции, Москва, 16 декабря 2020 года / Под общей редакцией А.О. Калашникова, В.В. Кульбы. – Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2020. – С. 308–314. – DOI 10.25728/icss.2020.18.45.055.
5. Построение архитектуры интеллектуальной системы управления городской рельсовой транспортной системой / В.М. Алексеев, Л.А. Баранов, М.А. Кулагин, В.Г. Сидоренко. – Текст: непосредственный // Мир транспорта. – 2021. – Т.19, №1(92). – С. 18–46. – DOI 10.30932/1992-3252-2021-19-1-18-46.
6. Лозинский, С.Н. Аппаратура автоматического обнаружения нагретых букс в поездах / С.Н. Лозинский, А.Г. Алексеев, П.Н. Карпенко. – Москва: Транспорт, 1978. – 160 с. – Текст: непосредственный.
7. Шайдуров, П.С. Исследование вопросов автоматического выявления перегретых букс железнодорожных вагонов: специальность 05.00.00: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шайдуров Пётр Семенович; ВНИИЖТ. – Свердловск, 1969. – 219 с. – Текст: непосредственный.
8. Тепловой контроль буксовых узлов средствами КТСМ-02 / А.А. Миронов, В.Л. Образцов, В.С. Митюшев, К.В. Григорьев. – Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. – 2011. – №12. – С. 9–11.
9. Двоглазов, А.В. Наглядно о структуре КТСМ-02 / А.В. Двоглазов, В.И. Хоперский. – Текст: непосредственный // Автоматика, телемеханика и связь. – 2010. – №11. – С. 31–34.
10. Автоматизированная система контроля подвижного состава АСКПС. Автоматизированное рабочее место оператора линейного поста контроля. Программное обеспечение ПО: АРМ ЛПК: Руководство оператора 45602127.50 5500 003-08 92 01 - ЛУ. – Екатеринбург, 2010. – 57 с. – Текст: непосредственный.
11. КТСМ-02БТ. Подсистема контроля состояния букс (ПКСБ-01 ИН7.410.100). Подсистема контроля состояния тормозов (ПКСТ-01 ИН7.410.200). Руководство по эксплуатации ИН7.410.100 РЭ, 2007. – Текст: непосредственный.