

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАМ ТЕЛЕЖЕК ВАГОНОВ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Г. Е. БРИЛЬКОВ, Л. В. ОГОРОДНИКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. М. МИХАЙЛОВСКИЙ

Минский метрополитен, Республика Беларусь

Метрополитен – самый быстрый, комфортабельный, надежный и экологичный вид городского пассажирского транспорта с достаточно высокой скоростью перевозки пассажиров. Средняя эксплуатационная скорость поездов Минского метрополитена (с учетом остановок) – 40,7 км/ч. При этом обеспечивается высокая регулярность движения поездов с минимальным интервалом между поездами в час пик, который составляет 120 секунд.

Регулярное движение поездов Минского метрополитена было открыто 30 июня 1984 года. Объем перевозки пассажиров Минским метрополитеном за 2022 год составил 226 миллионов 300 тысяч человек. Среднесуточная перевозка пассажиров в прошлом году составила 620 тысяч пассажиров. Удельный вес метрополитена в перевозках пассажиров городскими видами транспорта в 2022 году составил 39,4 % и является наибольшим среди прочих видов городского транспорта. В целях повышения безопасности пассажиров, все станции метрополитена оборудованы зонами досмотра пассажиров, их багажа и крупногабаритной ручной клади, а также системой цветного видеонаблюдения с регистрацией событий в режиме реального времени и их архивацией.

В настоящее время эксплуатационная длина трех линий Минского метрополитена в двухпутном исчислении составляет 40,82 километра с 33 станциями. Из них 15 станций расположены на первой (Московской) линии, 14 – на второй (Автозаводской) и четыре – на третьей (Зеленолужской) линии метрополитена. Ежедневно по трем линиям метрополитена за 2022 год пропускалось в среднем более 1300 поездов. Инвентарный парк вагонов государственного предприятия «Минский метрополитен» составляет 390 единиц, из которых сформировано 73 пятивагонных и шесть четырехвагонных составов. В электродепо «Московское» приписаны 185 вагонов (37 пятивагонных составов) моделей 81-717, 81-714 и их модификаций, эксплуатирующихся на Московской линии Минского метрополитена. В электродепо «Могилёвское» (Автозаводская линия) приписан 161 вагон (32 пятивагонных состава и один вагон резервный) моделей 81-717, 81-714 и их модификаций, 20 вагонов (четыре пятивагонных состава) модели М110, эксплуатирующихся на Автозаводской линии. Также в электродепо «Могилёвское» (Автозаводская линия) приписаны 24 вагона модели М110, из которых сформировано 6 четырехвагонных составов, эксплуатирующихся на Зеленолужской линии. Распределение вагонов электропоездов государственного предприятия «Минский метрополитен» по годам постройки приведено на рисунке 1, а.

Количество рам тележек вагонов Минского метрополитена, находящихся в эксплуатации, составляет 780 штук, количество рам тележек в запасе на 01.04.2023 составляет 33 штуки. Годы постройки рам тележек электропоездов Минского метрополитена представлены на рисунке 1, б.

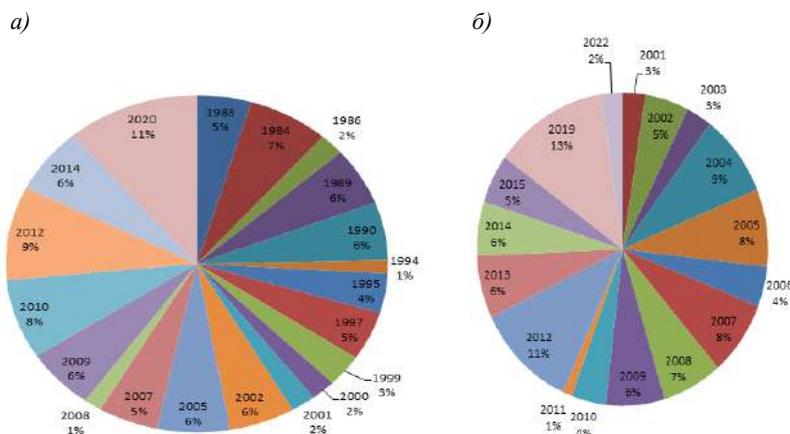


Рисунок 1 – Диаграмма распределения электропоездов и рам тележек Минского метрополитена по годам постройки

Однако одной из специфических особенностей метрополитенов являются повышенные, по сравнению с наземным транспортом, требования к надежности подвижного состава, обусловленные тоннельным движением поездов с минимальными интервалами в условиях слабого путевого развития. Другими словами, любой отказ, то есть событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния вагона метрополитена, может привести к срыву графика движения одной линии, а при тяжелых последствиях – нарушить работу всего метрополитена и транспортной системы города.

Таким образом, важнейшей характеристикой подвижного состава метрополитена являются показатели надежности, прежде всего безотказность. В настоящий момент на электроподвижном составе Минского метрополитена одним из наименее надежных узлов в конструкции вагонов серии 81-717/714 и их модификаций являются рамы тележек. Срок службы шпинтонных рам тележек указанного подвижного состава, назначенный заводом-изготовителем, составляет 16 лет, поводковых – 2,5 млн км пробега (ориентировочно 25 лет). В то же время, учитывая практику эксплуатации (вагоны курсируют по одному маршруту) и ремонта вагонов (обслуживаются в депо приписки), а также отсутствие опасных отказов металлоконструкций рам тележек вагонов метрополитена есть основания предполагать, что ресурс их несущих конструкций не исчерпан.

В связи с изложенным имеется острая необходимость определения технического состояния существующих конструкций рам тележек после длительной эксплуатации, установления соответствия их прочности требованиям актуальной нормативной документации, а также численной оценки остаточного ресурса их конструкций. В процессе работы выполнен анализ эксплуатационных повреждений металлоконструкций рам тележек вагонов Минского метрополитена серий 81-717.5, 81-714.5 и 81-717, 81-714, срок службы которых, установленный заводом-изготовителем, истек.

Основными неисправностями рам тележек в эксплуатации являются образования трещин. Трещины возникают в следующих местах рам тележек:

- около сварных швов приварки кронштейнов крепления предохранительной скобы центрального подвешивания;
- по планке кронштейна крепления предохранительной скобы центрального подвешивания;
- по наличникам;
- по окнам центрального подвешивания;
- на раме тележки около сварных швов приварки кронштейнов крепления поводков;
- на раме тележки вагона метрополитена около сварных швов приварки кронштейнов подвески тяговых редукторов;
- на раме тележки вагона метрополитена около сварных швов приварки кронштейнов гасителей колебаний;
- на сварной обвязке шпинтонных втулок;
- в зоне расположения сварных швов приварки кронштейнов крепления тормозных цилиндров к раме тележки;
- по сварному шву и основному металлу в зоне сварки усиливающей косынки окон центрального подвешивания;
- по усиливающей косынке рамы тележки;
- по основному металлу вертикальной стенки поперечной балки рамы тележки в верхней части приварки кронштейна предохранения.

Все работы по заварке трещин в элементах рам тележек выполняются в соответствии с техническими требованиями чертежей, технологических инструкций, конструкторской и технологической документацией. После производства всех сварочных работ места заварки трещин в элементах рам тележек вагонов Минского метрополитена повторно осматриваются дефектоскопистом и принимаются приемщиком вагонов. Выполненные работы по заварке трещин в элементах рам тележек и кузова регистрируют в паспорте вагона с приложением составленного акта (эскиза), где указаны место образования трещин, длина и характер. Акт составляют и подписывают мастер цеха ремонта и дефектоскопист.

В дальнейшем полученные при ультразвуковой толщинометрии данные лягут в основу разработки конечно-элементных моделей исследуемых рам вагонов для оценки их прочности с учетом выявленного коррозионного износа. Принимая во внимание результаты обследования технического состояния металлоконструкции рам вагонов, а также допуски при изготовлении металлопроката базовых элементов, необходимо выполнить комплекс дополнительных расчетов на прочность по соответствующим рекомендациям.

Список литературы

- 1 Устройство и ремонт электропоездов метрополитена / Э. А. Сементовский [и др.] ; под общ. ред. Э. А. Сементовского. – М. : Транспорт, 1991. – 335 с.
- 2 Руководство по эксплуатации вагонов метрополитена моделей 81-714.5 и 81-717.5 / Акционерное общество «Метровагонмаш» / В. И. Гуревич [и др.] ; под общ. ред. В. И. Гуревича. – М. : Транспорт, 1993. – 447 с.
- 3 ГОСТ 33796-2016. Моторвагонный подвижной состав. Требования к прочности и динамическим качествам. – Введ. 2017–11–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 36 с.
- 4 **Оганьян, Э. С.** Расчеты и испытания на прочность несущих конструкций локомотивов : учеб. пособие / Э. С. Оганьян, Г. М. Волохов. – М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 326 с.

УДК 629.4.053

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПЕРИФЕРИЙНЫХ ПУНКТОВ КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В. В. БУРЧЕНКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Г. С. КАЧКАН

Белорусская железная дорога, г. Минск

При организации систем централизованного контроля ходовой части подвижного состава, в которых данные контроля со всех периферийных комплексов технических средств КТСМ обрабатываются аппаратурой АРМ ЛПК, объём передаваемых данных возрастает в 10–20 раз. Для соблюдения условия о вероятности ошибки по диагностируемой детали или узлу $P_{и} \leq 1 \cdot 10^{-5}$, предложена замена кабельных линий связи на волоконно-оптические линии (ВОЛС).

Возможность использования ВОЛС для передачи данных в Автоматизированной системе контроля подвижного состава АСК ПС рассмотрена на примере расчета оптоволоконной линии для железнодорожного направления Минск – Молодечно – Гудогай протяженностью 150,1 км.

В качестве системы передачи информации для проектируемой волоконно-оптической линии связи выбрана система Cisco Prime, позволяющая пакетировать и транслировать данные. Благодаря технологии Cisco Stack Wise можно объединить до 9 коммутаторов Catalyst 3750, которые будут функционировать как один логический коммутатор.

Характеристика проектируемой трассы. Магистраль связи строится вдоль железной дороги. Следовательно, план размещения магистральных и местных волоконно-оптических кабелей системы передачи данных будет совпадать со схемой участка железной дороги.

От здания ШЧ-1 в городе Минске трасса проектируемой линии прокладывается по существующей городской телефонной канализации протяженностью 15 км. При выходе из городской кабельной канализации в городской черте кабель прокладывается в грунт на протяжении двух километров. За городской чертой (в полосе отвода железной дороги участка Минск – Молодечно – Гудогай) кабель подвешивается на опорах высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки ВСЛ АБ.

Расчетная часть ВОЛС выполнена с целью определения длины элементарных кабельных участков (ЭКУ), состоящих из совокупности оптического волокна и сростков, гибких соединительных кабелей и разъёмов, расположенных между двумя последовательными окончаниями участка. Расчет длины элементарного кабельного участка (ЭКУ) выполняется по двум критериям:

- затуханию оптического волокна;
- хроматической дисперсии.

Длина ЭКУ принята равной строительной длине кабеля 5 км.

Расчёт затухания. Потери светового излучения в оптическом волокне зависят от ряда факторов. Для инженерных расчетов использована следующая формула, которая с достаточной точностью позволяет определить затухание кабельной магистрали:

$$\alpha_k = L\alpha_{св} + n_{рс}\alpha_{рс} + n_{рс}\alpha_{рс} + \alpha_t + \alpha_{в}, \quad (1)$$

где L – длина кабеля, км; $\alpha_{св}$ – коэффициент затухания в световодах, дБ/км; $n_{рс}$ – число сростков (неразъёмных соединителей); $\alpha_{рс}$ – затухание в сростках, дБ; $n_{рс}$ – число разъёмных соединителей;