

ся эффективным средством защиты от фреттинг-коррозии, вызывающей усталостные трещины в подступичных частях осей колёсных пар.

Дальнейшие разработки направлены на реализацию принципов гидропрессовой технологии при снятии (демонтаже) кассетных подшипников с шеек осей колёсных пар вагонов. Цель – разработка универсального устройства, позволяющего как напрессовывать, так и распрессовывать кассетные буксовые узлы.

Работа в данном направлении позволит не только снизить себестоимость ремонта, обеспечить сохранность сопрягаемых поверхностей, но и решить вопросы импортозамещения.

УДК 614.841:629.45

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ШТАДЛЕР МОДЕЛИ FLIRT ЭПМ-05-160

С. Н. ШАТИЛО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время отмечается увеличение пассажиропотока на железнодорожном транспорте Республики Беларусь. По данным управления Белорусской железной дороги, пассажирооборот в августе этого года составил 501,3 млн пас·км, или 109,5 к августу 2021 года. Объем пассажирских перевозок составил 6,1 млн человек. Отмечен рост пассажирских перевозок как в межрегиональном сообщении (на 7,3 %), так и в международном (на 43,8 %).

Рост пассажиропотока предъявляет всё более высокие требования к организации пассажирских перевозок, созданию комплекса сервисных услуг для пассажиров на вокзалах и в поездах. Особое внимание при этом уделяется обеспечению пожарной безопасности пассажирского железнодорожного подвижного состава. Несмотря на постоянное совершенствование конструкций такого подвижного состава и его противопожарной защиты риски возникновения пожаров в нем остаются. Это связано с тем, что в пассажирских вагонах сконцентрирована большая пожарная нагрузка и находится большое количество пассажиров. Поэтому уже на стадии проектирования современного электропоезда Штадлер приняты соответствующие объемно-планировочные и конструктивные решения, направленные на обеспечение противопожарной устойчивости, ограничение распространения пожара в электропоезде, своевременную и безопасную эвакуацию пассажиров, на своевременное обнаружение, локализацию и тушение пожара. При этом принятые решения соответствуют Техническому регламенту ТС 001/2011 «Безопасность железнодорожного подвижного состава», ГОСТ Р 55434–2013 «Электропоезда. Общие технические требования» и ГОСТ 34394–2018 «Локомотивы и моторвагонный подвижной состав. Требования пожарной безопасности». Снижение пожарной нагрузки пассажирских салонов электропоезда достигнуто за счет ограничения применения горючих материалов. Неметаллические материалы, применяемые во внутреннем оборудовании кабины машиниста и вагонов электропоезда, имеют подтверждающие документы (сертификаты соответствия и пожарной безопасности, протоколы испытаний аккредитованных лабораторий) по показателям пожарной опасности в соответствии с требованиями ГОСТ 34394–2018. Оценка соответствия неметаллических материалов производилась с учетом области применения и назначения. Все несущие элементы конструкции электропоезда, элементы систем вентиляции и кондиционирования, вспомогательное оборудование изготовлено из негорючих материалов. Материалы для теплоизоляции, облицовки потолков и стен пассажирских салонов имеют высокие показатели горючести (Г1 и Г2), воспламеняемости (В1 и В2), умеренной дымообразующей способности (Д2) и умеренной токсичности продуктов горения (Т2). Все материалы отнесены к категории не распространяющих пламя по поверхности или медленно распространяющих пламя по поверхности. Одним из важных факторов пожара, воздействующих на пассажиров при возникновении пожара в вагоне, являются токсичные продукты горения (окись углерода хлористый и цианистый водород и др.). Концентрация этих веществ уже в начальной стадии пожара в закрытом пространстве вагона может превышать предельно допустимую концентрацию, поэтому применение неметаллических материалов с приведенными выше показателями токсичности является важным условием обеспечения безопасности пассажиров, в том числе и при эвакуации в случае пожара.

Электропроводка в электропоезде выполнена с применением электрических проводов и кабелей, которые имеют соответствующие показатели и класс пожарной опасности, регламентируемые ГОСТ 31565–2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности». Выбор электрических проводов и кабелей осуществлялся с учетом области применения на электропоезде, способа прокладки и монтажа. В соответствии с требованиями ГОСТ 34394–2018 выделены следующие области применения: аварийное освещение, пожарная сигнализация и пожаротушение, системы оповещения о пожаре, внутрипоездная связь; освещение и другие электрические цепи, проложенные в кабине машиниста и пассажирских салонах, которые отключаются в аварийных ситуациях; электрические провода и кабели, расположенные вне кабины машиниста и пассажирского салона. В соответствии с требованиями пожарной безопасности для первой области применения электрические провода и кабели должны иметь класс пожарной опасности не ниже П1б.7.1.2.1 или П1б.7.2.2.2 для второй области, при условии отключения электрических цепей в аварийной ситуации класс пожарной опасности должен быть не ниже – П1б.8.1.2.1 или П1б.8.2.2.2. В конструкции электропоезда применены кабели универсальные и контрольно-сигнальные, не распространяющие горения, с изоляцией и оболочкой из безгалогенных композиций на основе сшитого материала Radox. Изоляция соответствует пределу распространения горения при одиночной прокладке ПРГО1 и в пучке ПРГП2. Класс пожарной опасности при групповой прокладке – П1б.1.1.2.1 и П1б.8.1.2.1. По всем показателям примененная кабельная продукция соответствует нормам проектирования электропоезда. Для обеспечения пожарной безопасности предусмотрена раздельная прокладка высоковольтных и низковольтных электрических цепей. Объемно-планировочные решения и конструктивные меры приняты таким образом, что в кабине машиниста и пассажирских салонах практически нет пустот и мест, где могли бы скапливаться горючие материалы. Консольное крепление кресел облегчает уборку пассажирских салонов, а конструкция кресел и багажных полок позволяет визуально контролировать, находящиеся на них предметы. Открытое внутреннее пространство вагонов, отсутствие ниш, применение прозрачных перегородок в посадочных зонах позволяет постоянно контролировать ситуацию в вагонах. Температура поверхности отопительных элементов, осветительных элементов и другого оборудования при нормальной эксплуатации электропоезда не превышает 60 °С. Предусмотрены устройства защиты отопительного оборудования от перегрева, что исключает возгорание примыкающих конструкций. Для обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации электрооборудования к цепям с номинальным напряжением выше 500 В и ниже 500 В применяются различные требования, т. к. они являются потенциальными источниками зажигания. Для предотвращения распространения пожара в электропоезде предусмотрены соответствующие объемно-планировочные и конструктивные решения, предусматривающие огнепреграждающие перегородки и соответствующее исполнение ограждений конструктивных элементов и электрооборудования. Огнепреграждающие перегородки между кабиной машиниста и пассажирским салоном имеют предел огнестойкости по показателям потери целостности конструкции и потере теплоизолирующей способности вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных значений E30/I15, что соответствует требованиям ГОСТ 34394–2018. Отличительной чертой конструкции электропоезда данной модели является то, что для ограничения распространения пожара вдоль электропоезда предусмотрены огнепреграждающие перегородки между пассажирским салоном и межвагонным перегоном, которые имеют такой же предел огнестойкости E30/I15. Двери в противопожарных преградах имеют предел огнестойкости EI15. Пол вагонов, стенки электрических шкафов с силовым электрооборудованием конструктивно выполнены таким образом, что при применении принятых конструктивных и отделочных материалов предел огнестойкости составляет EI30. Это также соответствует требованиям ГОСТ 34394–2018, а переходные площадки между вагонами имеют предел огнестойкости по показателю потери несущей способности R15.

Для своевременного обнаружения, локализации и тушения пожара электропоезд оборудован системами автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения. Система пожарной сигнализации постоянного действия позволяет обнаружить очаги возгорания в определенных зонах электропоезда и оповещает машиниста на ранней стадии пожара. Пожарной сигнализацией оборудованы: пассажирский салон, туалеты, кабины машиниста, помещения для персонала и технические помещения, электрические шкафы. Система пожарной сигнализации позволяет обнаружить пожар по факторам повышения температуры, задымленности и определить место возникновения пожара. Обнаружение пожара осуществляется дымовыми пожарными и линейными тепловыми извещателями, подключенными к системе пожарной сигнализации. Тяговые преобразователи электропоезда обо-

рудованы линейными тепловыми извещателями, а дымовые пожарные извещатели установлены в следующих зонах: кабины машиниста, служебные помещения, пассажирский салон, туалеты, технические помещения и электрические шкафы. Система пожарной сигнализации в случае возникновения пожара подает сигнал (акустический и оптический) в рабочую кабину машиниста. При этом на дисплее системы диагностики отображается зона, где расположен сработавший извещатель. При обнаружении пожара в зонах, где находятся пассажиры и персонал, автоматически отключаются системы вентиляции и кондиционирования воздуха, а также происходит автоматическое закрытие противопожарных дверей вагона, где выявлен пожар. Система пожарной сигнализации в машинных отсеках и электрических шкафах заблокирована с системой аэрозольного пожаротушения.

Анализ пожарной безопасности электропоезда «Штадлер» новой модели показал, что принятые в проекте решения соответствуют всем нормативным требованиям для данного подвижного состава.

УДК 629.4:004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ СДВИГА ЛОКОМОТИВОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СОСТАВА, РАЗМЕЩЕННОГО НА СТАЦИОННЫХ ПУТЯХ

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, О. В. ДЕМЬЯНЧУК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Вагоны и специальный подвижной состав, стоящие на станционных путях без локомотива, должны быть надежно закреплены от ухода. На железных дорогах Китая, стран СНГ, Северной Америки, а также Европы в качестве средств закрепления подвижного состава на станционных путях применяются тормозные башмаки [1–3]. Для определения требуемого количества тормозных башмаков для закрепления подвижного состава на станционных путях станций Белорусской железной дороги используются Методические рекомендации по расчету норм закрепления подвижного состава тормозными башмаками, соответствующие требованиям Правил технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь и Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте в Республике Беларусь.

На станции Орша-Центральная научно-исследовательской лабораторией «Управление перевозочным процессом» БелГУТа были проведены испытания соответствия удерживающих сил, возникающих при закреплении подвижного состава тормозными башмаками, и влияющих факторов и условий для исключения возможности самопроизвольного ухода вагонов. Однако не все результаты испытаний удается адекватно описать с помощью простых аналитических моделей, что связано с неполнотой учета механических характеристик вагонов. Ранее нами выполнено моделирование наезда одной колесной пары на тормозные башмаки [4]. В представленной работе предлагается компьютерная модель, предназначенная для оценки динамики железнодорожного состава, сдвигаемого локомотивом при установленных тормозных башмаках.

При установке состава поезда на станционном пути, который состоит из участков с разными значениями уклона продольного профиля, изменяется сдвигающая сила, действующая на отдельные вагоны. Таким образом, динамическое уравнение движения состава имеет вид

$$\sum_{i=1}^n m_i a_i = m_i g \sin \alpha_j - W_i \pm R_i + T_i - T_{i+1}, \quad (1)$$

где m_i – масса брутто i -го вагона; a_i – его ускорение; g – ускорение свободного падения; α_j – уклон j -го участка пути; R_i – сила ветра; W_i – сила сопротивления движению; T_i и T_{i+1} – сила реакции межвагонных связей.

В среде программного комплекса MSC.ADAMS на основе данного уравнения разработана соответствующая проведенным натурным испытаниям модель железнодорожного состава, состоящего из 10 груженых и порожних вагонов различного типа (полувагоны, хопперы и цистерны), который расположен на станционном пути с переменным профилем (уклоны участков 3,1 и 2,8 ‰). Ее внешний вид представлен на рисунке 1. При расчете сил сопротивления с учетом работы [5] коэффициент трения между башмаком и колесной парой при сухих рельсах принят равным 0,25.