

В таблице 1 приведены результаты расчёта по установленным зависимостям для переднего и заднего внутренних колец буксового подшипника.

Таблица 1 – Анализ результатов моделирования

| №  | Зависимость                        | Нагрузка, т |      |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
|----|------------------------------------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |                                    | 1,5         | 3,0  | 4,5   | 6,0   | 7,5   | 9,0   | 10,5   | 12,0   | 13,5   | 15,0   | 16,5   |
| 1а | $y = 0,0007x^2 - 0,0006x + 0,0014$ | 1,45        | 5,90 | 12,87 | 23,00 | 36,27 | 52,70 | 72,27  | 95,00  | 120,87 | 149,90 | 182,07 |
| 1б | $y = 0,001x^2 + 0,001x - 0,0023$   | 1,45        | 9,70 | 22,45 | 39,70 | 61,45 | 87,70 | 118,45 | 153,70 | 193,45 | 237,70 | 286,45 |
| 2а | $y = 0,0002x^2 + 2E-05x - 0,0005$  | 0,07        | 1,34 | 3,49  | 6,51  | 10,41 | 15,16 | 20,76  | 27,21  | 34,49  | 42,60  | 51,53  |
| 2б | $y = 0,0004x^2 - 2E-05x + 0,0002$  | 1,00        | 3,70 | 8,10  | 14,30 | 22,30 | 32,20 | 43,80  | 57,20  | 72,40  | 89,50  | 108,30 |
| 3  | $y = 0,0006x^2 + 0,0001x - 0,0003$ | 1,20        | 5,40 | 12,30 | 21,90 | 34,20 | 49,20 | 66,90  | 87,30  | 110,40 | 136,20 | 164,70 |

Из графика, приведенного на рисунке 2, видно, что при увеличении загрузки уровень НДС на наружных поверхностях внутренних колец буксовых подшипников возрастает, причем если при нагрузке на шейку оси, равной 6,5 т, увеличение уровня НДС не превышает 0,048 МПа (зависимость 1б), то уже при нагрузке 13,5 т это увеличение составляет практически 0,2 МПа, т. е. при увеличении нагрузки в 2 раза уровень НДС увеличивается более чем в 4 раза.

#### Список литературы

- 1 Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия: ГОСТ 33200-2014 ; введ. 2016-10-01. – М. : ВНИИЖТ, 2014. – 50 с.
- 2 Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колес 1520 (1524) мм (РД ВНИИЖТ 27.05.01-2017). – 253 с.
- 3 О контроле прочности соединений с гарантированным натягом колец подшипников с шейками осей колесных пар / И. Л. Чернин [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2010. – № 1 (20). – С. 5–9.

УДК 614.841:629.45

## ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОВЗОВ

С. Н. ШАТИЛО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Пожары на железнодорожном подвижном составе представляют особую опасность, т. к. напрямую влияют на безопасность движения. При перевозке опасных грузов возникает реальная опасность взрывов, которые приводят к значительным разрушениям и материальным потерям. Эти пожары являются сложными в плане их ликвидации, т. к. при их возникновении на перегонах возникает проблема с их тушением с привлечением специализированных пожарных аварийно-спасательных подразделений. Поэтому вопросам обеспечения пожарной безопасности тягового железнодорожного подвижного состава уделяется значительное внимание.

Современный тяговый подвижной состав имеет значительную пожарную нагрузку, которая и определяет повышенную пожарную опасность. Кроме того, данный вид подвижного состава имеет потенциальные источники зажигания, которые при нарушении требований по их техническому обслуживанию и ремонту также способствуют повышению пожарной опасности.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» пожарная безопасность любого объекта, в том числе и железнодорожного подвижного состава, должна обеспечиваться системой пожарной безопасности, которая выполняет следующие задачи: исключает возникновение пожара за счет устранения источников зажигания, обеспечивает пожарную безопасность людей и материальных ценностей. При этом данная система направлена на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара (пламя и искры, повышенная температура, токсичные продукты горения и термического разложения, дым, пониженная концентрация кислорода на объекте), в том числе их вторичных проявлений (элементы разрушающихся конструкций, электрический ток, возникающий в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций электровозов и др.). Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей регламентируется по показателю допустимого уровня пожарной опасности, который должен быть не более  $10^{-6}$  воздействия опасных факторов пожара. Для тягового подвижного состава введена

классификация объектов по пожарной и взрывопожарной опасности с учетом допустимого уровня его пожарной опасности (с учетом массы горючих и трудногорючих веществ и материалов, взрывопожароопасных зон, образующихся в аварийных ситуациях). Система пожарной безопасности электровозов должна устранять источники зажигания, обеспечивать противопожарную устойчивость их конструкции, ограничивать распространение пожара в локомотиве, обеспечивать своевременную и безопасную эвакуацию локомотивной бригады при пожаре, своевременно обнаруживать, локализовать и эффективно тушить пожар. Поэтому такая классификация позволяет систематизировать требования и инженерные решения, направленные на реализацию приведенных выше задач. Пассажирские электровозы отнесены к классу Р1.2, а грузовые электровозы – к классу Р3.2.

По данным ОАО РЖД, основными причинами пожаров на электровозах являются неисправности высоковольтных цепей, тяговых электродвигателей, преобразователей и тяговых трансформаторов, приборов отопления и контакторов, поэтому уже на стадии проектирования определяется вероятность возникновения пожаров от электрических изделий по установленным методикам, которая не должна превышать значения  $10^{-6}$  в год. Как показывает анализ данных компаний – производителей оборудования для современных электровозов приведенные требования выполняются, поэтому можно сделать вывод о том, что пожары возникают, как правило, из-за нарушений требований пожарной безопасности при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте.

Все инженерные решения по обеспечению пожарной безопасности современных электровозов закладываются в проектную документацию и в технические условия на их изготовление. Анализ принятых решений при проектировании и постройке современных электровозов (Alstom, БКГ1, БКГ2) показывает, что эти решения направлены на снижение пожарной нагрузки введение соответствующих требований к конструкционным и отделочным материалам, отдельным конструкциям и противопожарным преградам, на ограничение распространения пожара, повышение надежности электроустановок, электрооборудования, электрических кабелей и проводов в процессе эксплуатации, систем отопления, вентиляции и кондиционирования, на повышение эффективности работы систем пожарной сигнализации и пожаротушения. В обеспечении пожарной безопасности тягового подвижного состава особая роль отводится выбору материалов, применяемых в конструкции рамы и кузова электровоза, а также для теплоизоляции кузова, облицовки и покрытия внутренних поверхностей электровоза, уплотнительных и герметизирующих материалов. Это связано не только с тем, что они составляют значительную долю пожарной нагрузки, но и с тем, что по ним огонь может распространяться по подвижному составу при линейном распространении пожара. При оценке степени пожарной опасности и соответствия применяемых неметаллических материалов учитываются результаты их испытаний и показатели пожарной опасности, приведенные в сертификатах соответствия и пожарной безопасности.

Для обеспечения противопожарной устойчивости конструкции электровозов все несущие элементы кузова и оборудования выполняются из негорючих материалов, что соответствует требованиям ГОСТ 34394-2018 «Локомотивы и моторвагонный подвижной состав. Требования пожарной безопасности» установлены показатели пожарной опасности неметаллических декоративно-отделочных, облицовочных материалов, и покрытий пола. Эти требования определены по показателям горючести (Г), воспламеняемости (В), распространению пламени по поверхности (РП), по дымообразующей способности (Д) и токсичности продуктов горения (Т). При проектировании и капитальном ремонте электровозов применяемые материалы соответствуют требованиям ГОСТ 34394-2018 и имеют показатели (не опаснее) для стен и потолков – Г1, В2, Д2, Т2, РП1, а для покрытия пола Г2, В2, Д3, Т2, РП2. Между кабиной машиниста и электромашинным отделением устанавливается противопожарная перегородка с пределом огнестойкости EI30. Для теплоизоляции электровозов используются материалы ISOVER из стекловаты (для термоизоляции дверей, проходов), имеющие показатели Г1, В1, Д1, Т1, PAROC из каменной ваты (для термоизоляции пола) который является негорючим материалом. Все теплоизоляционные материалы отнесены к группе «не распространяющие пламя по поверхности». Результаты огневых испытаний противопожарной перегородки подтвердили предел огнестойкости, превышающий EI30. Места сопряжения противопожарной перегородки с другими ограждающими конструкциями (крыша, боковые стены) имеют пределы огнестойкости не менее предела огнестойкости сопрягаемых преград. Конструктивное исполнение мест сопряжения исключает возможность распространения пожара в обход этой преграды. Двери между кабиной локомотива и электромашинным отделением имеют предел огнестойкости EI15.

В обеспечении пожарной безопасности тягового подвижного состава особая роль отводится выбору, монтажу и прокладке электрических кабелей и проводов, т. к. они составляют значительную долю пожарной нагрузки и по ним огонь может распространяться по локомотиву. Пожарная безопасность электрических кабелей и проводов во многом зависит от материала изоляции, наличия защитных оболочек и их массы. При горении полимерной изоляции могут образовываться токсичные вещества. Кроме того, в случае возникновения пожара в локомотиве должна быть обеспечена надежность и устойчивость к воздействию опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для обеспечения безопасной эвакуации локомотивных бригад и тушения пожара, систем пожарной автоматики и противопожарной защиты. При этом учитывается, что низковольтные кабели и линии электроснабжения систем пожарной сигнализации, оповещения и автоматического пожаротушения могут находиться в зоне горения. Поэтому нормативные требования к таким электрическим кабелям и проводам являются более высокими по сравнению с кабелями и проводами, предназначенными для других целей. Электропроводка современных электровозов выполняется с учетом требований ГОСТ 34394-2018. Применяемые на современных электровозах кабельные изделия соответствуют требованиям ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» и ГОСТ 34394-2018. При анализе класса пожарной опасности электрических кабелей учитывались показатели пожарной опасности: предел распространения горения кабельных изделий при одиночной и групповой прокладке (ПРГО и ПРГП соответственно), предел огнестойкости в условиях воздействия открытого пламени (ПО), показатель коррозионной активности продуктов дымогазовыделения из полимеров (ПКА), эквивалентный показатель токсичности продуктов горения кабельных изделий (ПТПМ), показатель дымообразования при горении и тлении (ПД). Представленные материалы и результаты испытаний, сертификаты показали, что применяемые электрические кабели и провода предназначены для рельсового транспорта, огнестойкие, не распространяющие горение, не выделяющие коррозионно активных газообразных продуктов, изоляция и оболочки которых выполнены из безгалогенных материалов. Электрические кабели и провода в данном подвижном составе размещаются преимущественно в составе жгутов, в кондуктах, а отдельные провода – в защитных оболочках. Для предупреждения их повреждения предусмотрен фиксированный монтаж жгутов и одиночных проводов с ограниченными перемещениями.

УДК 629.463.125.004.2

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОБЛЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВТОНОМНЫХ РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ ВАГОНОВ НА ПУТЯХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

*А. В. ШЕВЧЕНКО*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва.*

Рассмотрим обслуживание автономных рефрижераторных вагонов на путях общего пользования на примере автономного рефрижераторного вагона модели 16-5213 (далее – АРВ). Данная модель АРВ была разработана и построена на АО «НПК "Уралвагонзавод"». В отличие от ранее эксплуатировавшегося рефрижераторного подвижного состава (РПС) в экипажной части АРВ модели 16-5213 используются двухосные тележки (тип 3) по ГОСТ 9246 – 18-194-1 и автоматический пневматический тормоз с отдельным потележечным торможением тележек, отвечающий требованиям ГОСТ 34434. Обслуживание и ремонт экипажной части грузовых вагонов подробно расписаны в инструкции по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрщику вагонов) № 808-2017 ПКБ ЦВ и на сети железных дорог колеи 1520 мм имеется квалифицированный персонал администрации железной дороги, которые следят за техническим состоянием, осуществляют безотцепочный или отцепочный ремонт.

Но помимо экипажной части РПС имеет внутреннее и наружное оборудование, обслуживанием которых ранее занимались специалисты рефрижераторных пунктов технического обслуживания или механики рефрижераторных секций. А сам процесс обслуживания РПС расписан в правилах технического обслуживания и текущего отцепочного ремонта рефрижераторного подвижного состава