

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕЛЕЖЕК ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*П. М. АФАНАСЬКОВ, М. И. ПАСТУХОВ, А. В. ПУТЯТО, Е. Н. КОНОВАЛОВ, В. В. КОМИССАРОВ,
Н. В. БЕЛОГУБ, Л. П. ЦЕЛКОВИКОВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Тележки пассажирских вагонов, эксплуатируемые в сети Белорусской железной дороги, КВЗ-ЦНИИ (ТВЗ-ЦНИИ) имеют назначенные сроки службы: 41 год для тележек постройки до 01.09.1990 и 28 лет – постройки с 01.09.1990. На сегодня в эксплуатации под пассажирскими вагонами находится большое количество тележек постройки с 01.09.1990. При этом с 01.09.2018 начал истекать их нормативный срок службы, что неизбежно приводит к исключению из инвентарного парка и закупке большого количества новых тележек.

Многолетний опыт обследования технического состояния вагонов и тележек после длительной эксплуатации сотрудниками отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Технические и технологические оценки ресурса единиц подвижного состава» (ОНИЛ «ТТОРЕПС») показывает, что указанный в технических условиях срок службы зачастую далек от предельного; это связано как с запасом прочности, заложенным при проектировании конструкции, так и с особенностями эксплуатации.

Ходовые части подвижного состава, имеющие значительный срок службы, требуют дополнительного контроля для обеспечения безопасности движения. В связи с чем, в отличие от существующей схемы продления срока службы, крайне важно знать не только реальную картину напряженно-деформированного состояния, на основе которой выполняется оценка ресурса, но и фактические физико-механические характеристики металла.

Подход к оценке остаточного ресурса рамы и надрессорной балки тележки КВЗ-ЦНИИ (ТВЗ-ЦНИИ) включает в себя ряд исследований.

В рамках первого этапа были изучены особенности конструкции тележки и установлены номинальные толщины всех элементов. Разработаны диагностические протоколы. Сотрудниками ОНИЛ «ТТОРЕПС» проведено обследование 2294 тележек пассажирских вагонов. Выявлен ряд зон, подверженных коррозионным повреждениям в наибольшей степени. Установлены фактические значения толщин металлоконструкции рамы и надрессорной балки тележки. Разработаны трехмерные конечно-элементные модели рам и надрессорных балок, предусматривают возможность дифференцированного учета наихудших ситуаций деградации металлоконструкции, установленной по результатам обследования технического состояния. Выполнен комплекс виртуальных расчетов, с учетом деградации материала конструкции, на соответствие требованиям нормативных документов. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния.

В рамках второго этапа было предусмотрено проведение натурных испытаний тележек при характерных режимах эксплуатации: анализ результатов натурных испытаний, выявление проблемных зон несущей конструкции и определение зон вырезки образцов для исследования химического состава и физико-механических характеристик материала; исследование химического состава и физико-механических свойств материала рам и надрессорных балок тележек, выработавших нормативный срок службы; оценка остаточного ресурса несущей конструкции тележки с учетом фактического технического состояния.

Для обеспечения выполнения второго этапа были отобраны два типовых представителя тележек с наихудшим техническим состоянием и локальным коррозионным износом, достигающим 46 % от номинального значения толщины, которые были подвергнуты контрольным испытаниям, включающим режимы нагружения, характерные специфике эксплуатации: испытания на соударения вагонов и ходовые динамико-прочностные испытания тележек.

Опытный поезд формировался из двух локомотивов и двух пассажирских вагонов с отобранными образцами тележек. Регистрация измеряемых процессов проводилась на прямых участках пути, при прохождении кривых, а также на стрелочных переводах во всём проектном диапазоне допускаемых эксплуатационных скоростей вплоть до конструкционной скорости 140 км/ч.

Результаты проведенных виртуальных расчетов и натурных испытаний демонстрируют достаточно полную картину напряженно-деформированного состояния конструкции тележек, но учитывая их длительную эксплуатацию, необходимо располагать информацией о фактических значениях физико-

механических характеристик материала, из которого изготовлены рамы и надрессорные балки. Боковые балки рамы и надрессорные балки, в процессе длительной эксплуатации, подвергались воздействию циклически изменяющейся нагрузки в большей степени, это может приводить к снижению показателей механических характеристик стали и аккумуляции дефектов в их конструкции. Опираясь на полученные результаты расчетов и испытаний, учитывая картину распределения напряжений, были установлены зоны, из которых произведена вырезка образцов металла, для исследования химического состава и физико-механических свойств металла.

Исследование химического состава, а также физико-механических характеристик материала, из которого изготовлены рамы и надрессорные балки тележек КВЗ-ЦНИИ-1 и КВЗ-ЦНИИ-М (после 28 лет эксплуатации, выполнено совместно со специалистами испытательного центра железнодорожного транспорта БелГУТа.

Сравнительный анализ химического состава исследуемого металла указывает на то, что элементы рамы и надрессорной балки тележек изготовлены из стали, химический состав которой соответствует стали углеродистой обычного качества марки СтЗсп.

Показатели механических характеристик стали элементов пассажирских тележек по исследуемым критериям (временное сопротивление σ_b , предел текучести σ_t , относительное удлинение δ и относительное сужение ψ стали при одноосном растяжении) в целом удовлетворяют требованиям ГОСТ 535, предъявляемым к стали СтЗсп.

Ударная вязкость с *V*-образным концентратором напряжений имеет очень малое рассеяние значений, а с *U*-образным концентратором – более значительное. При этом минимальные значения ударной вязкости, исследуемых образцов близки к нормируемым [1], установленным при температуре минус 20 °С.

Определение характеристик сопротивления механической усталости определяется по кривой усталости, которая представляет собой зависимость между амплитудой напряжений σ_a и количеством циклов N_b . Испытания проводились непрерывно до достижения предельного состояния образца. Критерием предельного состояния является разделение образца на две части, или до базового числа циклов, принимаемого равным 10^7 . Численное значение предела выносливости $\sigma_{-1} = 170$ МПа.

Исходными данными для определения остаточного ресурса выступили фактические механические свойства материала тележки после длительной эксплуатации и результаты экспериментальных натуральных исследований напряженно-деформированного состояния металлоконструкции тележки.

Таким образом, по результатам расчетно-экспериментальной оценки долговечности типовых представителей тележек пассажирских вагонов КВЗ-ЦНИИ-1 и КВЗ-ЦНИИ-М получено, что: коэффициент запаса сопротивления усталостной прочности рам и надрессорных балок тележек не ниже 1,95, при допускаемом значении 1,7 [2], что свидетельствует о достаточном запасе прочности у тележек для возможности их дальнейшей эксплуатации. Остаточный ресурс тележек, на основании результатов комплекса проведенных испытаний, составляет не менее 20 лет. Стоит отметить, что решение об установлении нового назначенного срока службы каждой конкретной тележке должно приниматься по результатам проведения контроля фактического технического состояния несущих элементов (рамы и надрессорной балки) с учетом всех факторов риска.

Список литературы

1 ГОСТ 535–2005. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 12 с.

2 Нормы для расчета и проектирования новых и модернизированных вагонов железных дорог МПС колес 1520 мм (несамоходных) / ГосНИИВНИИЖТ. – М., 1983. – 260 с.

УДК 629.4.007-597.7

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

П. М. АФАНАСЬКОВ, А. В. ПУТЯТО, Е. Н. КОНОВАЛОВ, В. В. БЕЛОГУБ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Тяговый и подвижной составы пассажирских поездов Белорусской железной дороги оснащены электропневматическим тормозом. Он обеспечивает электрическое управление пневматическими тормозами для обеспечения синхронного срабатывания всех тормозов состава. Одной из неотъем-