

При испытаниях возникает необходимость в подключении на каждом испытательном сечении двух тензодатчиков с термокомпенсациями, установленных на подошве рельса, двух спаренных тензодатчиков с термокомпенсациями, установленных на шейке рельса для измерения вертикальных сил, и четырех тензодатчиков для измерения боковых сил, подключенных в соответствии с рисунком 1 по методу Шломпфа.

Измерительный комплекс MGC plus укомплектован платами, которые позволяют подключить два разъема DB25. К каждому разъему DB25 подключается 4 кабеля (рисунок 4), каждый из которых позволяет подключить по одной измерительной схеме.

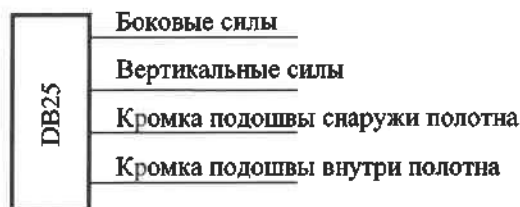


Рисунок 4 – Схема монтажа кабелей в разъем DB25

В итоге одним разъемом DB25 подключается одно измерительное сечение.

Для испытаний, используется кабель КСПВЭГ 6×0,20. Выбор этого кабеля обусловлен тем, что:

- толщина кабеля 6 мм позволяет облегчить его доставку к месту работ и монтаж на участке;
- наличие экранирования уменьшает влияние внешних электрических факторов;
- толщина проводов в кабеле 0,2 мм², что упрощает монтаж его в разъем DB25;
- материал проводов медь уменьшает собственное электрическое сопротивление.

Разработанная схема подключения с использованием кабеля КСПВЭГ хорошо зарекомендовала себя при испытаниях железнодорожного подвижного состава как на территории Республики Беларусь, так и за её пределами из-за простоты подключения и хорошей степени защиты от внешних воздействий, влияющих на качество полученных результатов.

УДК 01.02.03

КОНЦЕПЦИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РЕСУРСНОГО ПОДХОДА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В. С. КОССОВ, Э. С. ОГАНЬЯН, Г. М. ВОЛОХОВ, М. Н. ОВЕЧНИКОВ, А. А. ЛУНИН
АО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический
институт подвижного состава» (ВНИКТИ), г. Коломна, Российская Федерация

Практика изготовления и эксплуатации ответственных конструкций показывает, что при существующем уровне научных, конструкторских и технологических проработок не удается полностью исключить повреждения, отказы и аварии в техносфере. Это требует дальнейшего развития работ по определению и обоснованию прочности, ресурса и рисков объектов. В связи с этим применительно к эксплуатирующимся объектам возникла новая проблема – обоснование возможности продления их дальнейшей эксплуатации в условиях уже накопленных повреждений, в том числе и для объектов, для которых ресурсы не определялись и не назначались ранее. Решение этой проблемы должно базироваться на установлении фактического состояния металла, дефектов, на анализе изменения механических свойств материала (особенно пределов длительной и циклической прочности и пластичности) после длительной эксплуатации, на разработке методов и средств восстановления ресурса. В связи с выработкой назначенного срока службы оборудования подвижного состава (ПС) и объектов инфраструктуры (ОИ) необходима оценка их ресурса как элемент специального научно-технического сопровождения для обеспечения надежности и безопасности, снижения затрат на дальнейшую эксплуатацию ПС и ОИ.

В соответствии с действующими нормативными документами (ГОСТ Р 55513, ГОСТ Р 55514, ГОСТ Р 55364) оценка прочности и долговечности объектов железнодорожной техники производится по коэффициентам запаса статической прочности и сопротивления усталости. Однако коэф-

коэффициенты запаса не в полной мере учитывают случайный характер и интенсивность эксплуатационных нагрузок, под действием которых происходит накопление усталостных повреждений, не позволяет оценить ресурс и судить о вероятности поломки детали или степени такого риска за срок ее службы. В условиях увеличения нагруженности объектов, а также в связи с их старением прочность необходимо подтверждать не только по коэффициентам запаса, но и расчетами на долговечность (ресурс), учитывающими технологические, конструкционные и эксплуатационные факторы, обуславливающие работоспособность объектов и безопасность эксплуатации с заданными уровнями риска (надежности). По величине ресурса с введением соответствующих запасов (по напряжениям, деформациям, долговечности, критическим температурам, длине трещины) устанавливается срок службы объекта до исчерпания назначенного ресурса или до очередного освидетельствования и оценки состояния. По результатам оценки ресурса определяется возможность дальнейшей безопасной эксплуатации объекта с указанием сроков службы и необходимых мероприятий по модернизации, ремонту и замене поврежденных элементов объекта, необходимость уточнения режимов эксплуатации, а также сроков повторных оценок состояния и ресурса.

Особенностью повреждения рельсов в эксплуатации является сочетание конкурирующих повреждающих процессов: механическая усталость, износ, коррозия и фреттингкоррозия усугублённых электромеханическими явлениями в пятне контакта «колесо – рельс» при наличии в нём «третьего тела», разнообразие которого не поддаётся однозначному описанию и классификации. На изложенные процессы эксплуатации рельсов и их взаимодействия с колёсами тягового и нетягового подвижного состава накладываются природно-климатические факторы, которые для России характеризуются чрезвычайно широким диапазоном температур, влажности, изрезанностью ландшафта, особенностями геологического строения грунтов, зон пролегания дорожного полотна и, как следствие, фактическим техническим состоянием по содержанию пути.

Проблемы ресурса рельсов на различных стадиях жизненного цикла, его расчёта, экспериментального подтверждения, поддержания работоспособного состояния, диагностики и мониторинга в эксплуатации являются актуальными и чрезвычайно сложным наукоёмким направлением исследований. На данном этапе является целесообразным провести систематизацию накопленного опыта и нормативной базы оценки ресурса с достижением необходимой точности и достоверности оценки его величины. Известно, что дефекты на поверхности катания рельса подвержены интенсивному воздействию колес и обычно не получают дальнейшего развития. Более опасны подповерхностные дефекты, они способны развиваться в опасные раковины и трещины. На величину ресурса существенно влияют принятые распределения положения пятна контакта на головке рельса. Поэтому важно получить в процессе компьютерного моделирования значения наработки рельсов до образования контактно-усталостных повреждений и принять их как базовые. Исследованиями установлено, что если в процессе работы системы «колесо – рельс» происходит повышение твердости головки рельса, то одновременно повышается сопротивление как изгибной, так и контактной усталости. Причём процесс упрочнения будет иметь место только до тех пор, пока не наступит перелом зависимости $\sigma_1(HV)$ – переход в критическую область. Это область начала поверхностного разрушения. Наряду с вероятностными методами оценки повреждаемости рельсов на базе линейной гипотезы накопления повреждений с использованием циклических эксплуатационных данных, представляется целесообразным развитие расчётно-экспериментальных методов исследований с построением математических моделей подвижного состава (ПС), пути (П) и взаимодействия в системе «колесо – рельс».

Для исследования напряженно-деформированного состояния (НДС), описания и прогнозирования повреждаемости рельсов в эксплуатации создана комплексная система численного моделирования условий работы рельсового пути при движении поезда и качении колеса по рельсу. Такая «железнодорожная механическая система» (ЖДМС) включает в себя математические модели ПС, П контакта «колесо – рельс» (к – р). Модели разработаны на основе использования параметров, характеристик, свойств и показателей взаимодействия элементов ПС и П, полученных по результатам проведения научно-исследовательских работ (НИР), анализа экспериментальных и эксплуатационных данных. Динамические модели ПС (локомотива, вагонов) состоят из твердотельных компонентов (колесная пара, тележки, кузов) с упруго-диссипативными связями между собой.

В модели учитывается влияние деформаций растяжения-сжатия, нормальных к площадке максимальных сдвиговых деформаций в зоне контакта «колесо – рельс» по уравнению Брауна – Миллера.

Был произведен расчёт НДС в зоне контакта катящегося колеса и рельса выполнялся с использованием подробных трёхмерных конечно-элементных (КЭ) моделей. В расчёте КЭ модель вагонного колеса диаметром 957 мм прокатывалась по КЭ модели отрезка рельса Р65 длиной 500 мм при разных значениях вертикальной нагрузки на колесо в диапазоне от 5 тс до 20 тс.

Из полученных результатов следует, что максимальные эквивалентные по Мизесу напряжения в материале рельса расположены на глубине примерно 5 мм под поверхностью головки рельса. С увеличением глубины эти напряжения быстро уменьшаются.

Имеющиеся в распределениях действующих осевых нагрузок высокие их значения от ударов колеса о рельс в расчётах, как правило, отбрасывают. Величина отсечения в данном случае принималась 20 тс на колесо. Важно отметить что, несмотря на малую их долю, такие нагрузки вносят существенный вклад в исчерпание ресурса и их опосредованный учёт в другом виде является важным инструментом настройки модели. По итогам расчетов была построена кривая зависимости ресурса рельса от осевой нагрузки.

Представляется возможным для расчёта и последующего подтверждения испытаниями ресурса колёс и рельсов разработать «виртуальный железнодорожный полигон» и установить для него протяжённости прямых, кривых, описать техническое состояние шпальной решётки, жёсткости пути, ввести допускаемые величины отступлений и их частоту на км протяжённости и величину массы, скорости вождения составов, частоту и время торможения, диапазоны изменения температур и другие существенные, определяющие ресурс факторы.

УДК 006.015.8: 625.1

РАЗРАБОТКА И ПОСТАНОВКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВО

*Ю. И. КУЛАЖЕНКО, В. С. ЗАЙЧИК, А. А. КЕБИКОВ, Е. М. АЛЬХОВСКАЯ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

ГОСТ 15.902–2014 устанавливает порядок разработки и постановки на производство нового (модернизированного, модифицированного, усовершенствованного) железнодорожного подвижного состава, в том числе: локомотивов (тепловозов, электровозов); дизель-поездов; электропоездов; моторвагонного подвижного состава; пассажирских вагонов; грузовых вагонов; специального железнодорожного подвижного состава (самоходного и несамоходного); составных частей.

При разработке и постановке на производство железнодорожного подвижного состава и его составных частей можно выделить следующие этапы работ: создание исходных требований для разработки; опытно-конструкторские работы; постановка на производство; модернизация.

Железнодорожный подвижной состав, изготовленный в процессе освоения производства (установочная серия), подвергаются квалификационным испытаниям. Квалификационные испытания включают: проверку разработанного технологического процесса, который должен обеспечивать стабильное изготовление продукции; проверку наличия соответствующей конструкторской документации; подтверждение готовности производства изготовителя к выпуску железнодорожного подвижного состава в заданном объеме. Положительные результаты квалификационных испытаний оформляют актом квалификационной комиссии.

Железнодорожный подвижной состав и его составные части вводятся в обращение при их соответствии техническим регламентам, распространяющимся на данную продукцию (ТР ТС 001/2011, ТР ТС 002/2011). Подтверждение соответствия продукции проводится при положительном решении приемочной комиссии в форме сертификации или декларирования.

Изготовленный железнодорожный подвижной состав до его отгрузки, передачи или продажи заказчику подлежит приемке с целью удостоверения его годности для использования в соответствии с требованиями, установленными в стандартах и (или) технических условиях, договорах, контрактах.

Для контроля качества и приемки изготовленного железнодорожного подвижного состава установлены следующие основные категории испытаний: приемо-сдаточные и периодические.