

УДК 629.4.027

А.Н. Багров

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА
ДОЛГОВЕЧНОСТЬ РАМ БОКОВЫХ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

В статье рассмотрена комплексная оценка факторов, возникающих при эксплуатации рамы боковой тележки грузового вагона и влияющих на ее долговечность.

Каждый излом крупного вагонного литья тележек грузового вагона рассматривается как чрезвычайное происшествие. Это случалось в среднем один-два раза в год.

К сожалению, в последнее время на железных дорогах колеи 1520 мм происходит более двух десятков изломов боковых рам тележек грузовых вагонов ежегодно.

Кроме того, при проведении плановых видов ремонта грузовых вагонов отбраковываются тысячи рам боковых и балок надрессорных. В вагоноремонтных депо используют самые разные виды неразрушающего контроля литых деталей: ультразвуковой, магнитопорошковый, феррозондовый, акустико-эмиссионный и другие. Однако и это не улучшает показатели безопасности конструкции вагонов и их составляющих. Таким образом, сложилась ситуация, которая затрагивает интересы производителей в вагоностроительной отрасли, эксплуатирующих организаций с их инфраструктурой, компаний-операторов, клиентов.

В целом, очевидно, что разрабатываемые мероприятия для рам боковых по повышению качества, надежности, безопасности и, что очень важно, культуры эксплуатации и обслуживания вагонов, не дают желаемого результата. Существующее мнение, что именно ухудшение качества продукции изготавливаемых рам боковых литейными предприятиями, служит основной причиной транспортных происшествий на железных дорогах, является не совсем обоснованным. Боковые рамы изготавливаются из того же материала и по тем же технологиям, что и балки надрессорные, однако количество аварий и отцепов вагонов из-за проблем с боковыми рамами в десятки раз больше, чем из-за балок надрессорных. Исследования соответствия сталей рам боковых различных производителей, проводимые испытательным центром продукции вагоностроения и литейного производства для вагоностроения Государственного предприятия «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ИЦ ПВ ГП «УкрНИИВ»), показывают, что характеристики механических свойств и химического состава сталей рам боковых в подавляющем большинстве случаев, выше современных нормативных требований, предъявляемых к этой продукции [1, 2].

© *А.Н. Багров, 2015*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

В практике эксплуатации часто наблюдаются перегрузы и неравномерная загрузка, сходы вагонов за пределами магистральных железных дорог на подъездных путях, которые часто скрываются, превышение скорости роспуска, экстренные торможения, несвоевременное выявление неработоспособных узлов и деталей и т.д., изъятия при плановых видах обслуживания и ремонта, необоснованная замена узлов и деталей тележек на старые, с меньшим остаточным ресурсом, контрафактные и другие нарушения правил осмотра и освидетельствования.

Применение в конструкции тележки частей и деталей (пружинного комплекта, фрикционных клиньев и т.п.) с отклонением от нормируемых параметров способствует увеличению комплексного воздействия негативных факторов на работоспособность и долговечность ходовых частей и может вызывать критические напряжения в их узлах.

Особое влияние оказывает подбор пружин рессорного комплекта тележек. Так, изменение характеристик каждой пружины в пределах допусков по КД соответствует изменению вертикальной жесткости рессорного комплекта в пределах $\pm 10\%$. Неправильный подбор комплекта по высоте или наиболее неблагоприятное сочетание допусков на все пружины в комплекте приводит к изменению коэффициента вертикальной динамики. В совокупности, при уменьшении коэффициента относительного трения рессорного подвешивания, динамические напряжения в боковых рамах, а особенно в консольных частях буксовых проемов, увеличиваются. Возникающие при этом критические напряжения и крутящие моменты могут привести к излому конструкции.

Об этом свидетельствуют эксперименты, проведенные около 30 лет назад в ОАО «ВНИИЖТ» по инициативе профессора Вершинского [3]. На полигоне «Белореченская – Майкоп», в грузовом вагоне был искусственно уменьшен коэффициент относительного трения фрикционных гасителей колебаний в рессорном подвешивании. При этом происходило смыкание витков пружин. Динамические напряжения в боковых рамах, в том числе в буксовом проеме, увеличились в 2,5–3 раза. Смыкание витков пружин возникает и при изломе пружин рессорного подвешивания. По причине изломов пружин ежегодно отцепляется большое число вагонов, и на каждом из этих вагонов существует вероятность появления трещины в боковой раме.

Большие напряжения в радиусных зонах буксовых проемов боковой рамы возникают на сортировочных горках, а также при служебном и особенно экстренном торможении. Но самые большие напряжения в указанных местах возникают при потере устойчивости движения на так называемых виляющих вагонах. Исследования, проведенные специалистами ВНИИЖТ, показали, что потеря устойчивости движения порожнего вагона на тележках модели 18-100 наступает при скорости движения более 65 км/ч. Причиной потери устойчивости может стать изношенный профиль колес колесных пар, а также изношенные фрикционные гасители колебаний, увеличенные зазоры в боковых скользящих, погодные условия и другие факторы. При интенсивном вилянии порожнего вагона наблюдаются увеличенные забегания боковых рам относительно друг друга. Происходит выборка зазоров между корпусом буксы и стенками буксового проема боковой рамы. Колесная пара действует как рычаг, который создает большие напряжения в радиусных зонах буксового проема боковой рамы.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

В подтверждение вышесказанному, событие, которое произошло на Одесской железной дороге в марте 2014 года с рамой боковой. В ходе расследования происшествия выявлено большое количество изломанных пружин, причем места изломов имели все признаки давнего происхождения, комплекты пружин по высоте были подобраны с нарушениями требований конструкторской документации, обнаружены незакрепленные корпуса боковых скользунов, а также значительный износ фрикционных клиньев. Все это свидетельствует о том, что в раме боковой вагона возникали повышенные напряжения, что в конце концов привело к излому. Все эти факторы, а также износ фрикционных клиньев, приводит к ухудшению процесса гашения вертикальных колебаний и, следовательно, к увеличению напряжений в элементах тележки.

Кроме перечисленного выше, в тележках были обнаружены и другие отклонения, а также комплектующие, не соответствующие требованиям нормативных документов.



Рис. 1. Износ клина

Так, в комплектах были использованы пружины сомнительного происхождения, возможно бывшие ранее в эксплуатации, с отклонением от нормируемых характеристик (например, шаг между витками меньше допустимых значений, разница высот пружин в пружинном комплекте составляла 12 мм при норме не более 3 мм, пружины имеют явные следы смыкания витков, что является недопустимым при эксплуатации вагона).

Некоторые внутренние пружины в комплектах имели изломы, в основном, в зоне между опорным и рабочим витками.

Все это указывает на то, что пружины были изготовлены с отклонениями от конструкторской документации и неправильно подобраны в комплекты производителем вагона.

Условием достаточной прочности пружины рессорного подвешивания является соблюдение уровня рабочих напряжений ниже предела текучести при их максимальном сжатии.



Рис. 2. Разница высот пружин в одном рессорном комплекте



Рис. 3. Следы смыкания витков пружин

В соответствии с п.4.8.1 РТМ 24009.45-85 [4] различаются три типа изломов:

а) нормальный усталостный излом – начало разрушения с внутренней стороны рабочего витка под углом 45° к оси прутка без видимых дефектов в месте зарождения трещины (если такой излом, при проведении испытаний произошел, ранее $5 \cdot 10^5$ циклов, то пружина имеет большой обезуглерожженный слой или нарушены режимы термообработки);

б) излом опорного витка или первого рабочего витка от контакта с опорным – имеет место некачественное изготовление оттянутых концов пружины, малый зазор между рабочим витком и концом опорного (волнистая поверхность или увеличенная толщина опорных витков) или прижоги при шлифовании опорных торцов;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

в) начало разрушения от дефектов металлургического происхождения (волосовина, закаты и т.п.). В этом случае необходимо усилить входной контроль прутков.

Практика показывает, что при проведении испытаний на долговечность пружин, разрушение и начало усталостной трещины, как правило, образовывается в месте соприкосновения нижнего витка с опорным витком, где возникает пятно контакта с деформированием поверхности нижнего витка.

На усталостном изломе, согласно [5], выделяется пять зон:

- фокус излома – микроскопическое место зарождения излома;
- очаг разрушения – макроскопическое место зарождения излома;
- участок избирательного развития трещины, занимающий обычно почти всю площадь зоны собственно усталостного разрушения;
- участок ускоренного развития трещины, образующийся перед окончательным разрушением детали;
- зона излома.

Однако, при проведении анализа изломов разрушенных пружин видно, что разрушение носило интенсивный характер, ярко выраженные усталостные линии границ зон различной шероховатости отсутствуют. Данные изломы имеют вид с ярко выраженной зоной ускоренного развития (крупнозернистый излом) практически по всей площади, что может свидетельствовать о малоцикловом разрушении, произошедшем вследствие нагрузок, превышающих допустимые или несоблюдением технологии изготовления пружин.

Следует заметить, что несомненная информативность характеристик изломов в связи с поведением материала пружин при их деформации и разрушении еще глубоко не исследована. В задаче о поиске связи структуры изломов с механической прочностью материалов важны все уровни фрактографического анализа (от макро до микро).

Известно, что повышение динамической прочности пружин может быть достигнуто изготовлением из более прочных сталей с высокими упругими свойствами или применением операции заневоливания. Также эффективным методом упрочнения является поверхностный дробеструйный наклеп. Однако большая степень наклепа способствует в свою очередь более высокой степени коррозии. Вследствие этого пружины, являющиеся деталями ответственными за безопасность движения, требуют применения эффективных методов защиты от коррозии, повышающих их надежность и долговечность.

Хочется отметить, что на адрессорных балках некоторых конструкций предусмотрена установка упруго-катковых скользунов постоянного контакта. Постоянная сила прижатия фрикционных поверхностей скользунов увеличивает момент трения при повороте тележки под вагоном, демпфирует виляние, а работа упругих элементов в вертикальном направлении амортизирует перевалку кузова на подпятнике. Таким образом, упруго-катковые скользуны снижают не только боковые силы, действующие на рельсы, но и нагрузки на подпятник. Однако при нарушениях крепления скользуна ухудшаются динамические характеристики. Исследования показывают, что смещение на 6 мм от нормативного значения приводит к нештатной работе скользуна.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Анализ фотографий излома рамы боковой указывает на то, что разрушение происходило при малом количестве циклов нагружения, это свидетельствует о наличии нагрузок, превышающих предел текучести (разрушение при большом количестве циклов происходит под воздействием нагрузок, не превышающих предел текучести). Такое могло произойти при стечении обстоятельств, указанных выше. То есть это лишний раз подтверждает, что долговечность боковых рам тележек грузовых вагонов зависит не только от конструктивных особенностей и технологии их изготовления, но и от комплексного воздействия внешних факторов: нарушения вызванные применением контрафактных, изношенных деталей, влияние системы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

Поэтому можно сказать, что проблема с изломами рам боковых тележек грузовых вагонов касается не только производителей крупного вагонного литья, но и всех причастных организаций, которые сопровождают изделие в течение всего его жизненного цикла. Тележка – это система. Ее комплектация, сборка, эксплуатация и содержание требуют эффективного и качественного системного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка стабильности технологии изготовления литых боковых рам (чертеж 578.00.019-0) двухосных тележек грузовых вагонов производства ПАО «КСЗ» во II полугодии 2013 года по результатам периодических испытаний на усталость. Отчет о НИР (заключительный)/ ГП «УкрНИИВ»; рук. Ольгард Н.Т.; исп. Бондарев С.В. [и др.] – Кременчуг, 2013. – 28 с. – № ДР 0113U006309. – Инв. № 1432.
2. Оценка стабильности технологии изготовления литых боковых рам (чертеж 1750.00.102) двухосных тележек грузовых вагонов производства ЧАО «АзовЭлектроСталь» во II полугодии 2013 года по результатам периодических испытаний на усталость. Отчет о НИР (заключительный)/ ГП «УкрНИИВ»; рук. Ольгард Н.Т.; исп. Бондарев С.В. [и др.] – Кременчуг, 2013. – 28 с. – № ДР 0113U006307. – Инв. № 1431.
3. Тележки грузовых вагонов: проблемы, которые нужно решить. «РЖД-Партнер» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rzd-partner.ru/interviews/comments/telezhki-gruzovykh-vagonov--problemy--kotorye-nuzhno-reshit/>
4. РТМ 24009.45-85 Метод испытания на долговечность пружин рессорного подвешивания подвижного состава железных дорог ВНИТИ. 1986.
5. Фридман Я.Б., Гордеева Т.А., Зайцев А.М. Строение и анализ излома металлов. М. Машгиз, 1960. 128 с. с ил.