

О ПОВЫШЕНИИ СЛУЖЕБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БОКОВОЙ РАМЫ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА*

ABOUT RISING OF SERVICE CHARACTERISTICS OF THE FREIGHT BOGIE LATERAL FRAME

Богатов Александр Александрович, д-р техн. наук, проф.

Ильиных Роман Александрович

«Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Abstract

The analysis of the reasons of low operating reliability and durability of lateral frames which directly depend on quality of steel and casting technology is presented. Technical decisions to use innovative technologies in making new constructions of bearing details of freight car bogie from the high-strength marks of steel are outlined.

Keywords: lateral frame; rolled shape and structural tubing shape; bending; high-strength steels; durability; operating reliability.

Разработка и освоение грузового железнодорожного вагона нового поколения, имеющего улучшенные технико-экономические показатели, повышенную эксплуатационную надежность является одной из первоочередных задач современного вагоностроения. Решение этой проблемы требует создания и развития инновационных металлургических технологий производства железнодорожных колес, осей и боковой рамы тележки грузового вагона.

Грузовые вагоны конструктивно основаны на применении трехэлементных тележек моделей 18-100 и 18-578. Несмотря на свою простоту и универсальность, эти тележки не лишены недостатков, обуславливающих их пониженную эксплуатационную надежность. Особые претензии предъявляются к качеству литых деталей тележек. Традиционная технология производства боковой рамы, одной из ответственных деталей тележки грузового вагона, основана на выплавке стали в мартеновской печи, затем осуществляют выпуск металла в разливоч-

ный ковш, фасонное литье в земляные формы, зачистку и термообработку литых изделий. Согласно требованиям ОСТ 32.183-2001, боковая рама должна иметь высокие значения прочностных и пластических характеристик: предел текучести σ_T не менее 294 МПа, временное сопротивление σ_B не менее 490 МПа, относительное удлинение δ - не менее 20% и относительное сужение ψ - не менее 30%, ударную вязкость по Менаже (КCU) при +20°C не менее 49 Дж/см² и по Шарпи (KCV) при -40°C не менее 16,7 Дж/см². Однако рама, изготавливаемая способом фасонного литья и отвечающая требованиям ОСТ32.183-2001 по уровню механических свойств, не обеспечивает необходимой долговечности и эксплуатационной надежности. Основной причиной разрушения рамы при эксплуатации является возникновение трещин и ускоренное их развитие. По этому признаку только за период 2006-2009 гг. на железных дорогах России произошло 36 изломов боковых рам тележек грузовых вагонов (рис.1) [1].

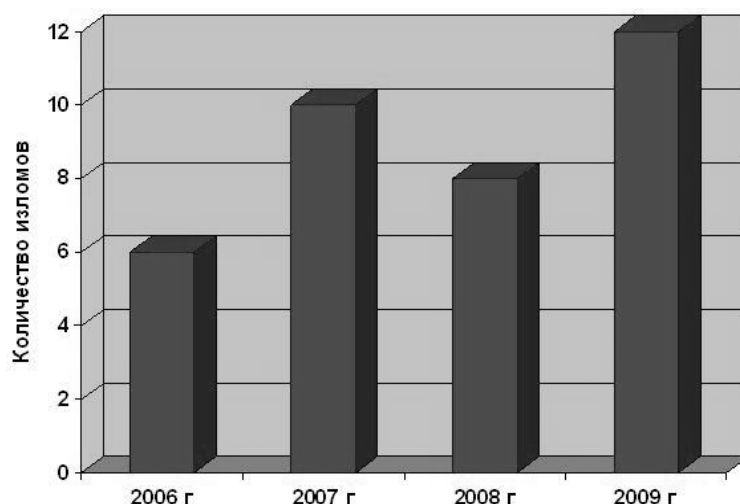


Рис. 1. Количество изломов боковых рам за период 2006-2009 гг.

* Данная статья подготовлена при выполнении научно-исследовательской работы по федеральной программе «Подготовка научных и научно-педагогических кадров для инновационной России» гос. контракт № 02.740.11.0152. от 15 июня 2009 г.

В подавляющем большинстве случаев очагами зарождения и развития трещин являются литейные поверхностные и подповерхностные дефек-

ты (газовые и усадочные раковины, засоры, горячие трещины) или новые дефекты, возникающие при огневой зачистке или сварке раковин и трещин (рис. 2) [3].

Наличие тех или иных литейных дефектов, их размеры и количество обуславливаются уровнем применяемой технологии выплавки стали и получения отливок. ОСТ 32.183-2001 предусматривает выплавку низколегированных сталей марок 20ГЛ, 20ГФЛ, 20ГТЛ в электрических и мартеновских печах. Нужно отметить, что более 70% боковых рам в России изготавливаются из мартеновской стали без применения прогрессивных технологий внепечной обработки и вакуумирования.

Подвод жидкого металла с температурой 1550 - 1590°C при заливке в литейную форму первоначально осуществляется в челюсти буксового проема. Таким образом вся масса жидкой стали, которая заполняет форму, проходит через наиболее опасные участки детали - внутренний и внешний радиусы R55 буксового проема. При этом происходит перегрев металла в этих зонах, что способствует образованию усадочных трещин и пористости. Таким образом, наиболее ответственные и опасные зоны буксового проема оказываются в наихудшем положении с точки зрения обеспечения требуемой плотности металла.

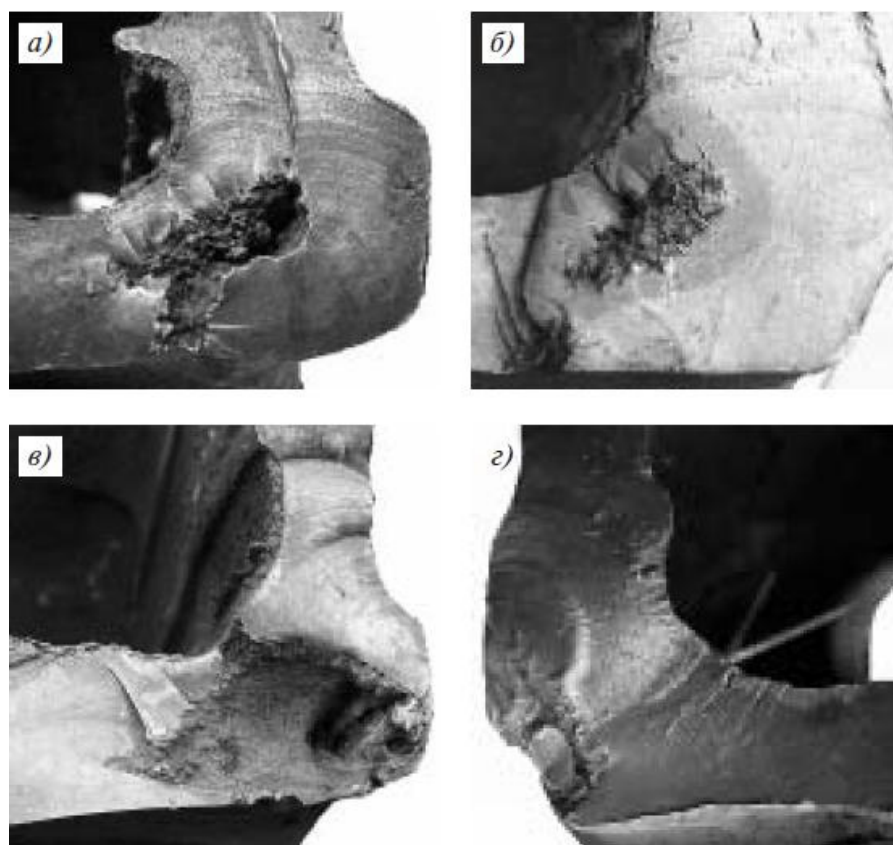


Рис. 2. Очаги зарождения усталостных трещин боковых рам во внутреннем углу R55 буксового проема:

а – усадочная раковина, выходящая на поверхность; *б* – засор выходящий на поверхность; *в* – песчаная раковина; *з* – заварка литейного дефекта.

Анализ сложившейся технологии литья показывает, что брак в среднем по году составляет около 30%, кроме того при приёмке на ОАО РЖД выявляется ещё 7% бракованных изделий [2]. Тем не менее, система жёсткого контроля качества боковых рам не обеспечивает гарантии безопасной перевозки грузов.

Прочность боковой рамы в значительной степени зависит также от конструкции и соотношения основных размеров рамы, т.к. это определяет величину напряжений в элементах, которые наряду с литейными дефектами ответственны за уровень эксплуатационной надёжности. Сравнительный анализ основных эксплуатационных характеристик

(межремонтный пробег, срок службы, отказ в эксплуатации) боковых рам тележек 18-100 и фирмы «Barber» позволяет отметить следующие конструктивные отличия:

боковая рама тележки «Barber» имеет мощные концевые части, превосходящие по прочности аналогичные части рамы тележки 18-100;

- боковая рама тележки «Barber» имеет уменьшенные размеры буксовых проемов по сравнению с тележкой 18-100, а в верхней части буксовые проемы усилены опорными приливами;
- рессорный проем боковой рамы тележки «Barber» снабжен усиленной опорной поверхностью под рессорный комплект, что обеспечивает

его повышенную прочность по сравнению с рессорным проемом рамы тележки 18-100;

- основным несущим элементом рамы тележки «Barber» является мощный нижний пояс.

Решение основных задач развития вагонного хозяйства (увеличение межремонтных пробегов до 1 млн. км, повышение нагрузок на ось до 300 кН) возможно только при комплексном подходе: разработке новых конструкций несущих деталей тележек грузовых вагонов с учетом мирового опыта, использовании новых инновационных технологий изготовления боковой рамы из высокопрочных марок стали.

В Уральском федеральном университете подготовлены технические предложения по изготовлению боковой рамы из экономичных профилей проката и труб из сталей 06Г2Ф5Т (группа прочности Х70) и 06Г2НБДТ (Х80).

По одному из разработанных вариантов конструктивного исполнения боковая рама состоит из трубного профиля, образующего нижний пояс, наклонные пояса, концевые части для букс и швеллера, образующего верхний пояс и охватывающего трубный профиль, а также коробки для установки тормозной системы, пружин рессорного комплекта и надрессорной балки. Особенностью и достоинством предлагаемой конструкции боковой рамы являются возможность рационального распределения эксплуатационных напряжений в отдельных элементах рамы и демпфирования динамических нагрузок. Химический состав и структура указанных выше марок стали обеспечивают высокий уровень

механических свойств, значительно превосходящий уровень литейных марок стали особенно по ударной вязкости. Для стали Х80 σ_t не менее 570 МПа, σ_b не менее 640 МПа; ударная вязкость по Шарпи при -40°C KCV₋₄₀ не менее 180 Дж/см²; вязкая составляющая в изломе при испытании падающим грузом - не менее 85% [4]. Отметим, что производство как бесшовных, так и сварных труб из высокопрочных марок стали освоено на отечественных трубных заводах. Современные способы гибки труб позволяют обеспечить требуемую форму и точность размеров любого элемента боковой рамы. Углеродный коэффициент высокопрочных марок стали не превосходит 0,45, поэтому сварное соединение сформованной трубной заготовки и швеллера обладает высокой эксплуатационной надежностью.

Прочностной расчет боковой рамы новой конструкции, выполненный с использованием программного комплекса Solid Works с модулем COSMOS Works, показал (рис. 3), что применение экономичных профилей проката (трубы и швеллера), рациональное конструктивное решение боковой рамы обеспечивают, по сравнению с рамой из фасонного литья, повышение несущей способности тележки до 300 кН на ось и одновременно снижение массы рамы на 15-20%, кроме того обладает способностью демпфировать динамические нагрузки, вызванные взаимодействием колеса и рельса, а также резко уменьшить уровень брака при изготовлении боковой рамы новой конструкции.

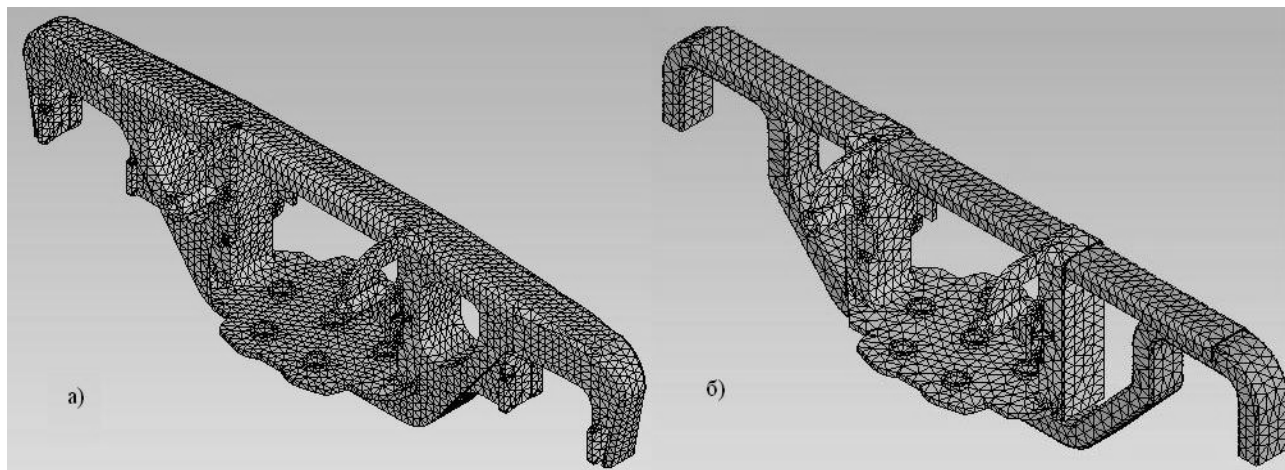


Рис. 3. Общий вид конечно-элементных моделей:
а – литая боковая рама; б – штампосварная боковая рама.

Заключение. Существующая технология изготовления боковых рам тележек грузовых вагонов отличается высокой нестабильностью результатов и не обеспечивает высоких показателей качества и надежности. В связи с этим, поиск технических решений изготовления боковых рам с повышенной эксплуатационной надежностью и долговечностью является актуальной проблемой современного вагоностроения и определяется стратегическими на-

правлениями научно-технического развития ОАО «РЖД» до 2015 г. В работе предложено использование новой конструкции детали рама боковая, изготовленной из экономичных профилей проката и труб. Внедрение новых инженерных решений позволит повысить прочность несущих деталей тележек грузовых вагонов, а также снизить материалоемкость при изготовлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брак без расчета. Гудок (ежедневная транспортная газета), 19 марта 2010 г. №44 (24523), с. 5.
2. Гапанович В.А. Качество металлургической продукции транспортного назначения/ Совместные технологии производства транспортного металла. Трансмет-2007, Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2008, с. 3.
3. Конькова Т. Е., Беловодский В. Б., Великанов А. В. О путях повышения эксплуатационной надежности стальных литых деталей тележек грузовых вагонов// Вестник ВНИИЖТ, №1 2009, с. 22-26.
4. Лобанова Т.П. Перспективы применения высокопрочных труб для развития газотранспортной системы в ОАО «Газпром» / Сб. Труды международной научно-технической конференции «Трубы-2008», с. 11, Челябинск, РосНИТИ, 2009.