

Проведение исследований по каждому гарантийному участку полигона Белорусской железной дороги позволяют классифицировать участки с учетом возможных экономических потерь от отказов вагонов на них, а также усовершенствовать территориальную схему размещения пунктов технического обслуживания. Реализация этих мероприятий на практике позволит повысить безопасность движения на 6–9 %.

УДК 629.4.027.27

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ НАЗНАЧЕННОГО СРОКА СЛУЖБЫ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

В. И. СЕНЬКО, И. Ф. ПАСТУХОВ, С. В. МАКЕЕВ, М. И. ПАСТУХОВ
Белорусский государственный университет транспорта

Срок службы тележек грузовых вагонов определяется назначенным сроком службы литых деталей (боковых рам и надрессорных балок). Литые детали модели 18-100 выполнены из конструкционных легированных сталей марок 20ГЛ, 20ФЛ, 20Г1ФЛ и 20ГТЛ (ГОСТ 977-88), назначенный срок службы которых 32 года (ОСТ 32.183.2001).

На текущий момент большинство грузовых вагонов также имеют назначенный срок службы 32 года. Но после капитального ремонта с продлением срока службы (КРП) он может быть доведен до 48 лет. Литые детали тележек после продления имеют предельный срок службы – 35 лет. Однако факты свидетельствуют о том, что потенциал литых деталей по несущей способности и ресурсу выше установленного конструкторской документацией. Диагностирование боковых рам и надрессорных балок тележек грузовых вагонов в России и на Белорусской железной дороге показывает, что вероятность выбраковки этих деталей по литейным дефектам и усталостным трещинам по нижнему поясу при плановых видах ремонта вагонов находится на уровне 0,0046, что ниже нормируемой величины 0,01. Возникает вопрос: а достаточно ли имеющегося потенциала по несущей способности литых деталей для работы до 45 лет, чтобы приблизить срок эксплуатации ходовых частей к предельному сроку службы вагона (48 лет)? Чтобы получить ответ на этот вопрос, нами были проведены расчетным методом исследования усталостной долговечности надрессорных балок тележек моделей 18-100 и 18-578.

В ходе исследований определялись напряжения в бесколоночных надрессорных балках тележек 18-100 и 18-578 (опытная) от статической нагрузки по двум сечениям: 1–1 – на расстоянии 10 мм от середины балки и 2–2 – по скользуно. По найденным статическим напряжениям согласно «Нормам для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), 1996» определены коэффициенты вертикальной динамики для скоростей движения от 10 до 120 км/ч ($k_{дв}$), амплитуды динамических напряжений ($\sigma_{дн}$), предел выносливости балок, изготовленных из стали 20ФЛ, при вероятности неразрушения 0,95 ($\sigma_{0,95}$) и проектный срок службы (T_0). Расчетная статическая нагрузка для обеих балок принята 420 кН. Расчет выполнен методом конечных элементов с использованием объемных конечных элементов в программном комплексе Nastran.

Сравнение величин напряжений в обеих балках показывает, что в целом уровень напряжений в них одинаков. Однако в связи с трехточечным опиранием кузова на надрессорную балку тележки модели 18-578 происходит перераспределение напряжений в балке между сечениями 1–1 и 2–2. В балках (черт. 578.00.001-0) напряжения в сечении 1–1 снижаются по сравнению с балками (черт. 100.00.001-5) на 5 % (с 55 до 52 МПа), а в сечении 2–2 они на такую же величину возрастают (с 65 до 68 МПа). Однако динамические напряжения в опытных балках с упругими скользунами во всех сечениях снижаются на 13–15 % по сравнению с серийными, имеющими жесткие скользуны. Это способствует улучшению условий их эксплуатации и повышению технического ресурса и срока службы опытных балок в опасном втором сечении на 43 % (с 32,6 до 57,6 лет), что дает возможность увеличить назначенный срок службы их до 45 лет, приближая к предельному сроку службы вагона 48 лет. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Полученные результаты касаются надрессорных балок в состоянии их поставок. Ранее проведенные исследования надрессорных балок, изготовленных из конструкционной нелегированной стали 20Л (ГОСТ 977), показали, что длительная их эксплуатация приводит к существенным изменениям механических и усталостных характеристик стали. При этом предел выносливости по амплитудным нагрузкам надрессорных балок (черт. 61.01.102-4) при вероятности неразрушения 0,95 после 30 лет эксплуатации повышается на 34,6 % (с 106 до 162,2 кН). Поэтому полученные расчетные значения прогнозируемого срока службы надрессорных балок целесообразно проверить экспериментально по параметру их предела выносливости через 32 года эксплуатации и дать окончательное заключение.

Таблица 1 – Параметры и расчетный срок службы надрессорных балок тележек моделей 18-100 и 18-578

Параметры	Обозначение	Единица измерения	Тип надрессорной балки	
			черт. 100.00.001-5	черт. 578.00.001-4
Осевая нагрузка	P_0	кН	230,5	230,5
Расчетная статическая нагрузка	$P_{ст}$	кН	420	420
Марка стали по ГОСТ 977	–	–	20ФЛ	20ФЛ
Среднее значение предела выносливости гладкого стандартного образца из материала детали при симметричном цикле изгиба на базе N_0	$\bar{\sigma}_{-1}$	МПа	195	195
Предел выносливости детали по амплитудным напряжениям при вероятности разрушения 0,95	σ_{aN}	МПа	33,9	33,9
Эквивалентные напряжения от вертикальной статической нагрузки:				
– в сечении 1-1	$\sigma_{ст}$	МПа	55	52
– » 2-2	$\sigma_{ст}$	МПа	65	68
Средние значения коэффициента вертикальной динамики	$k_{дв1}$	–	0,153	0,133
Амплитудные напряжения от вертикальной нагрузки при распределении скоростей движения:				
– в сечении 1-1	σ_{a1}	МПа	2,255–12,925	2,135–10,348
– » 2-2	σ_{a1}	МПа	2,665–15,275	2,788–13,532
Показатель степени кривой выносливости	m	–	4,5	4,5
Величина $\sigma_{a1}^m P_{a1}$:				
– в сечении 1-1	–	–	22559,54	13306,51
– » 2-2	–	–	47841,89	32162
Статический прогиб рессорного подвешивания от массы брутто:				
– тележки модели 18-100	$f_{ст}$	м	0,05	–
– » » 18-578	$f_{ст}$	м	–	0,068
Эффективная частота изменения амплитудных динамических напряжений	f_s	Гц	3,56	3,0
Коэффициент перевода календарного расчетного срока службы детали при $\bar{v} = 22,5$ м/с, $\alpha = 0,34$ и $\bar{L}_C = 250$ км	B	с	$3,04 \times 10^6$	$3,04 \times 10^6$
Коэффициент запаса сопротивления усталости	$[n]$	–	1,4	1,4
Проектный срок службы надрессорных балок по критерию усталостной долговечности:				
– в сечении 1-1	T_0	лет	69	139
– » 2-2	T_0	лет	32,6	57,6

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1 Серийные надрессорные балки (черт. 100.00.001-5) с жесткими скользунами и опытные (черт. 578.00.001-0) с упругими скользунами имеют одинаковую статическую прочность.

2 В эксплуатации динамические напряжения в опытных балках на 13–15 % ниже, чем в серийных.

Технический ресурс опытных балок на 43 % выше, чем серийных, назначенный срок службы которых может быть увеличен с 32 до 45 лет после экспериментальной проверки их усталостной прочности через 32 года эксплуатации.

УДК 629.4.027.27

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЮ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА В ПОДПЯТНИКОВОМ УЗЛЕ

ДИЙ СЕРГЕЕВ, ПАВЕЛ ГАВРИЛОВ
Рижский технический университет

В Институте железнодорожного транспорта Рижского технического университета исследуются некоторые причины, приводящие к сходу вагонов поездов на перегонах, в процессе выполнения маневровой работы на сортировочных станциях локомотивом состава с выключенными тормозами и в результате роспуска отцепов с горки при управлении оператором не автоматизированной позицией торможения.