

Список литературы

- 1 **Насыров, Р. А.** Повышение надежности работы поршней тепловозных дизелей / Р. А. Насыров. – М. : Транспорт, 1977. – 216 с.
- 2 **Нотик, З. Х.** Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ, ЧМЭЗЭ: Пособие машинисту / З. Х. Нотик. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1996. – 444 с.
- 3 **Алямовский, А. А.** SolidWorks / CosmosWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов / А. А. Алямовский. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 432 с.

УДК 629.4.023.14.017

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ КУЗОВА ВАГОНА И РАМЫ ТЕЛЕЖКИ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА СЕРИИ ДРБ1

Л. В. ОГОРОДНИКОВ, Д. П. РУСОВ, И. С. ЕРЕМЕЙЧИК
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Перевозка пассажиров в пригородном движении на неэлектрифицированных линиях осуществляется главным образом дизель-поездами, в частности серии ДРБ. Состав дизель-поезда формируется из головных с кабиной управления и прицепных вагонов, при этом прицепные в составе могут отсутствовать. Головные вагоны не имеют силовых установок. В настоящее время в эксплуатации на Белорусской железной дороге находится 105 вагонов дизель-поездов типа ДРБ1, из которых 83 прицепных и 22 головных. Дизель-поезда приписаны к локомотивным депо Орша и Могилев. Среднегодовой пробег вагонов – около 100 тыс. км.

Назначенный срок службы вагонов дизель-поезда типа ДРБ1 составляет 20 лет, и к настоящему времени проведены работы по обоснованию возможности продления срока службы до 35 лет. Около 10 % вагонов введены в эксплуатацию более 50 лет назад, а около 65 % в ближайшее время подойдут к сроку эксплуатации в 35 лет. Поэтому требуется либо замена имеющегося парка вагонов на новые, либо обоснование возможности дальнейшей безопасной эксплуатации, которое особо актуально в связи с невозможностью единовременного омоложения существующего парка. Практика эксплуатации и ремонта вагонов дизель-поезда ДРБ1 показала отсутствие существенных отказов по несущим конструкциям, что стало основанием предположить наличие в них остаточного ресурса.

Для определения остаточного ресурса необходимо произвести комплекс мероприятий, одним из которых является расчет на прочность кузова вагона и рамы тележки. Для этого были разработаны конечно-элементные модели несущих конструкций [1]. Данная работа является подготовительным этапом для проведения серий прочностных расчетов, после нагружения расчетной модели конструкций. Это позволит определить наиболее напряженные элементы металлоконструкции вагонов дизель-поездов, в зависимости от режимов эксплуатации для составления схемы наклейки тензометрических датчиков при подготовке вагонов к натурным испытаниям и проведении испытаний согласно технической документации.

Оценка прочности в соответствии с ГОСТ 33796 [2] производилась по эквивалентным напряжениям. Эквивалентные напряжения, возникающие в конструкции кузова вагона и раме тележки устанавливаются при I, II, III и IV расчетных режимах нагружения. Сочетания сил, действующих на кузов вагона дизель-поезда, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сочетания сил при расчетных режимах нагружения кузова

Расчетные силы	Сочетание сил для расчетного режима				
	I(a)	I(б)	II(a)	III	IV
Силы тяжести	пп. 2.2, 2.3				п. 2.3
Вертикальные динамические силы при движении	–	–	п. 2.4	п. 2.4	–
Продольные силы на упорах сцепных устройств	п. 2.5	п. 2.5	–	–	–
Продольные силы инерции	–	п. 2.6	–	–	–
Центробежная сила	–	–	п. 2.7	–	–

Режим I включает режимы I(a) и I(б): режим I(a) учитывает действие максимальных продольных квазистатических сил в конструкции; режим I(б) учитывает действие максимальных продольных ударных сил.

Режим II включает режимы II(а), II(б) и II(в): режим II(а) учитывает силы, действующие при движении в кривых участках пути с максимальным разрешенным непогашенным ускорением. Максимальное разрешенное непогашенное ускорение задают в технических требованиях на МВПС применительно к особенностям полигона эксплуатации; режим II(б) учитывает силы, действующие при трогании; режим II(в) учитывает силы, действующие при экстренном торможении.

Для режима III, учитывающего действие статических и динамических сил, оценку прочности выполняют как по допускаемым напряжениям, так и на сопротивление усталости. Режим III учитывает силы, действующие при движении с различными скоростями вплоть до конструкционной по прямому участку пути.

Режим IV учитывает силы, обусловленные технологией ремонта и производством аварийно-восстановительных работ, включает режимы IV(а) и IV(б): режим IV(а) – подъем кузова на трех домкратах; режим IV(б) – подъем вагона за узел сцепного устройства.

Сочетания сил, действующих на раму тележки дизель-поезда в соответствии с расчетными режимами, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сочетания сил при расчетных режимах рамы тележки

Расчетные силы	Сочетание сил для расчетного режима				
	IIб	IIа	IIб	IIв	III
Силы тяжести	пп. 2.2, 2.3				
Вертикальные динамические силы при движении	–	п. 2.4	–	–	п. 2.4
Силы от действия продольной силы инерции кузова	п. 2.8	–	–	–	–
Силы, действующие со стороны тормозной системы	–	–	–	п. 2.9	–
Продольные силы инерции	п. 2.6	–	–	п. 2.6	–
Центробежная сила	–	п. 2.7	–	–	–
Рамные силы	–	п. 2.10	–	–	п. 2.10
Кососимметричные силы со стороны букс	–	п. 2.11	–	–	–

В результате проведенного расчета на прочность были получены эквивалентные напряжения, возникающие в конструкции кузова вагона и раме тележки при различных расчетных режимах. Поля распределения эквивалентных напряжений в кузове вагона и раме тележки дизель-поезда ДРБ1 при различных расчетных режимах нагружения показаны на рисунках 1 и 2 соответственно.

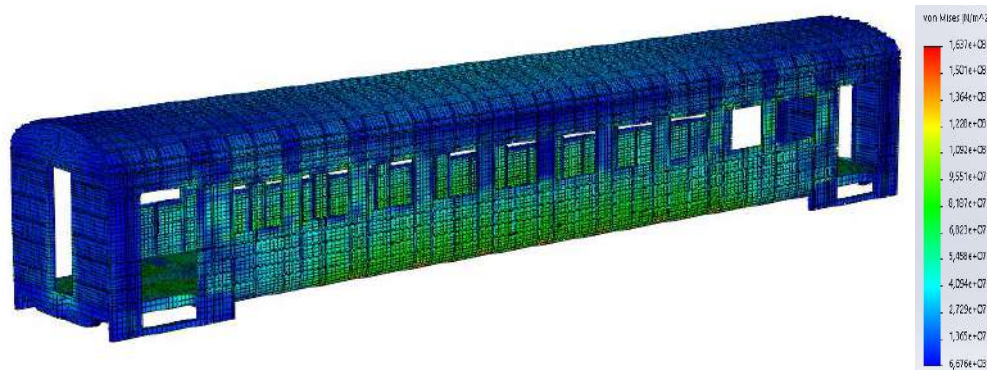


Рисунок 1 – Распределение напряжений в кузове вагона дизель-поезда ДРБ1 при I(а) режиме нагружения, растяжение

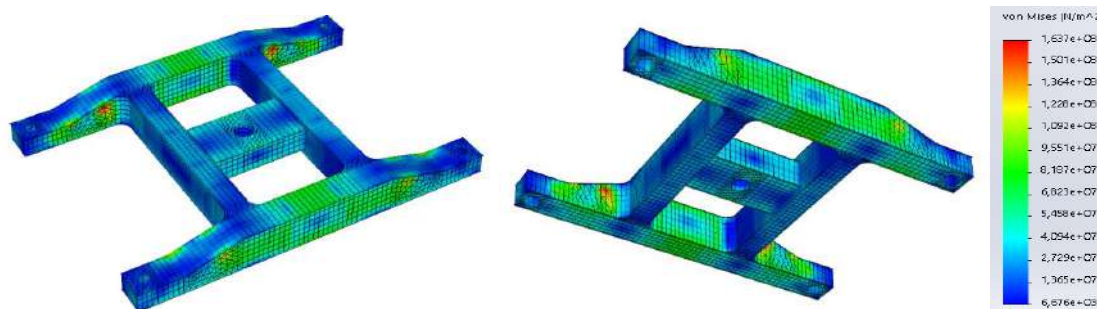


Рисунок 2 – Распределение напряжений в раме тележки дизель-поезда ДРБ1 при II режиме нагружения

В результате расчета на прочность кузова вагона и рамы пассажирских тележек дизель-поезда ДРБ1, с учетом их реального физического состояния тележек, установлено, что прочность при всех расчетных режимах удовлетворяет требованиям Норм. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения максимальных напряжений по конструктивным группам металлоконструкции рам тележек и кузова вагона дизель-поезда ДРБ 1

Режимы нагружения	Кузов вагона	Рама тележки
I(а), растяжение	Балки боковые 124,79 (47 % от допускаемых)	
I(а), сжатие	Обшивка боковой стены 201,78 (76 % от допускаемых)	
I(б)	Обшивка боковой стены 215,06 (81 % от допускаемых)	Центральная плита 179,4 (65 % от допускаемых)
II(а)	Обшивка боковой стены 104,43 (59 % от допускаемых)	Центральная плита 162,8 (59 % от допускаемых)
II(б)	–	Центральная плита 154,6 (56 % от допускаемых)
II(в)	–	Центральная плита 157,3 (57 % от допускаемых)
III	Обшивка боковой стены 99,12 (56 % от допускаемых)	–
IV(а)	Обшивка боковой стены 71,69 (27 % от допускаемых)	–
IV(б)	Обшивка боковой стены 79,65 (30 % от допускаемых)	–

Выполненный комплекс расчетов, позволил дать оценку напряженно-деформированного состояния несущей конструкции кузова и рам тележек дизель-поезда ДРБ1 при различных режимах нагружения. Приведенные результаты распределения напряжений носят принципиальный характер, позволяют выявить наиболее нагруженные области конструкции и могут быть использованы при разработке схемы установки тензометрических датчиков для проведения натурных испытаний вагона, а также станут основой для разработки конструкторско-технологических мероприятий по усилению выявленных конструктивных областей в рамках выполнения ремонтных работ в депо.

Список литературы

- 1 Огородников, Л. В. Анализ неисправностей дизель-поездов серии ДР1 и подготовка для оценки напряженно-деформированного состояния несущих металлоконструкций / Л. В. Огородников, Г. Е. Брильков, С. М. Пытлев // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 125–127.
- 2 ГОСТ 33796–2016. Моторвагонный подвижной состав. Требования к прочности и динамическим качествам. – Минск : Госстандарт, 2017. – 40 с.

УДК 629.424.3:620.1

СРАВНЕНИЕ ВЫЯВЛЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МЕТОДОВ КАПИЛЛЯРНОГО И МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

А. Г. ОТОКА

Гомельское вагонное депо, Белорусская железная дорога

О. В. ХОЛОДИЛОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В соответствии с Единым перечнем деталей и узлов тягового подвижного состава, подлежащих неразрушающему контролю на Белорусской железной дороге [1], капиллярному контролю (КПК)