

УДК 629.424.023

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ НЕСУЩИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА СЕРИИ ДРБ1 ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Л. В. Огородников, Д. П. Русов, И. С. Еремейчик

Учреждение образования «Белорусский государственный
университет транспорта», г. Гомель

Проанализирована возможность безопасного использования вагонов дизель-поездов серии ДРБ1 после длительной эксплуатации на Белорусской железной дороге. Выполнен анализ эксплуатационной нагруженности вагонов. Разработаны конечно-элементные модели кузова вагона и рамы тележки дизель-поезда серии ДРБ1 для оценки напряженно-деформированного состояния с учетом технического состояния металлоконструкций после длительной эксплуатации. Выполнен комплекс расчетов на прочность их конструктивных элементов с целью установления соответствия металлоконструкции после длительной эксплуатации актуальным нормативным требованиям. Для исследования прочности конструкции после длительной эксплуатации выбран метод конечных элементов.

Ключевые слова: вагоны дизель-поездов, несущая конструкция, конечные элементы, напряжения, прочность, остаточный ресурс.

STRENGTH CALCULATION OF BEARING METAL STRUCTURES. DIESEL TRAINS OF DRB1 SERIES AFTER LONG OPERATION

L. V. Ogorodnikov, D. P. Rusov, I. S. Eremeichik

Institution of education «Belarusian state University of Transport», Gomel

The work analyzes the possibility of safe use of diesel train cars of the DRB1 series after long-term operation on the Belarusian railway. Was performed an analysis of the operational loading of wagons. Developed of course-element models of the car body and frame of the diesel-train DRB1 series to assess the strain-strain condition, taking into account the technical condition of steel structures after long-term operation. Complex of calculations for strength of their structural elements is performed to establish the conformity of the steel structure after long-term operation with the current regulatory requirements. For the study of structural strength after long-term operation was selected the finite element method.

Keywords: diesel train wagons, load-bearing structure, finite elements, tensions, strength, residual resource.

Перевозка пассажиров в пригородных направлениях на неэлектрифицированных линиях осуществляется главным образом дизель-поездами, в частности, серии ДРБ. 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 Орши и Могилева. Среднегодовой пробег вагонов – около 100 тыс. км. В настоящее время 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.

На основе комплектов конструкторской документации на вагоны, а также с учетом результатов технического обследования их металлоконструкций разработаны конечно-элементные модели вагонов. Используются два типа конечных элементов: плоские пластинчатые 3–4-узловые. Для повышения точности полученных результатов сетка конечных элементов строилась регулярной, тем самым исключая появление в моделях элементов с критическими соотношениями линейных и угловых размеров конечных элементов. Таким образом, параметры расчетной модели кузова следующие: количество узлов – 143889; количество конечных элементов – 141754; параметры расчетной модели рамы тележки следующие: количество узлов – 9381, количество конечных элементов – 8185. Материал несущих конструкций – сталь с модулем Юнга, равным $2,1 \cdot 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона принят равным 0,3. На рис. 1 приведена конечно-элементная модель металлоконструкций вагонов дизель-поезда ДРБ1.

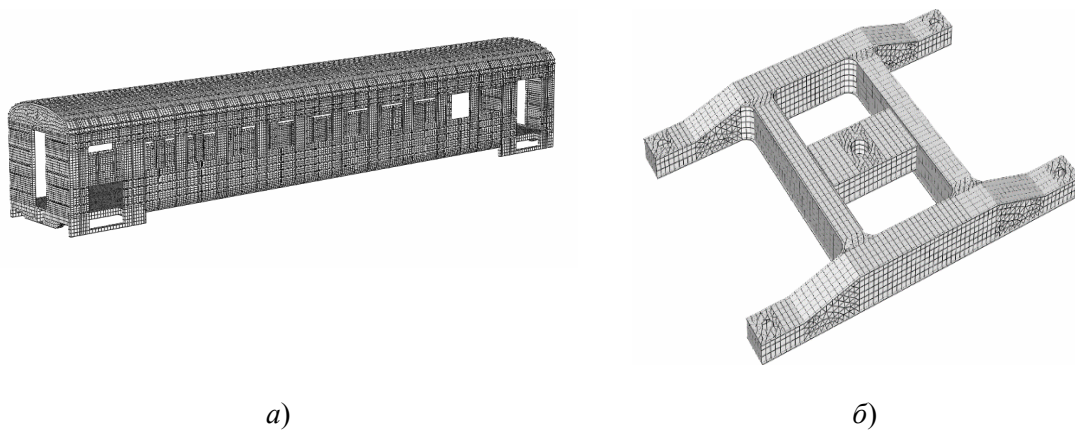


Рис. 1. Конечно-элементная модель кузова (а) и рамы (б) тележки вагона дизель-поезда ДРБ1

Установленные значения минимальных толщин конструктивных элементов представляют собой исходные данные для компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния несущих металлоконструкций кузовов вагонов дизель-поездов ДРБ1 с целью оценки соответствия актуальным требованиям прочности. Оценка прочности в соответствии с Нормами производилась по эквивалентным напряжениям. В общем случае оценку прочности конструкции и узлов вагонов на стадии проектирования выполняют: для I режима – по допускаемым напряжениям; для II режима – по допускаемым напряжениям и коэффициентам запаса сопротивления усталости. Конкретные методы оценки прочности конструкции кузова приведены в таблице

Величины основных сил для расчета на прочность кузова

Расчетные нагрузки	I режим	II режим
<i>Вертикальные</i>		
Сила тяжести брутто	по п. 2.1	по п. 2.1
Динамические силы	–	по п. 2.2
Вертикальная составляющая продольной силы инерции кузова	–	по п. 2.3
<i>Боковые</i>		
Центробежная сила	–	по п. 2.4

Окончание

Расчетные нагрузки	I режим	II режим
Сила давления ветра	–	по п. 2.5
<i>Продольные</i>		
Силы взаимодействия между единицами подвижного состава	по п. 2.6	по п. 2.6
Продольные силы инерции	по п. 2.8	по п. 2.7

В результате проведенного расчета на прочность были получены поля распределения эквивалентных напряжений в кузове вагона и раме тележки дизель-поезда серии ДРБ1 при различных расчетных режимах, которые показаны на рис. 2 и 3.

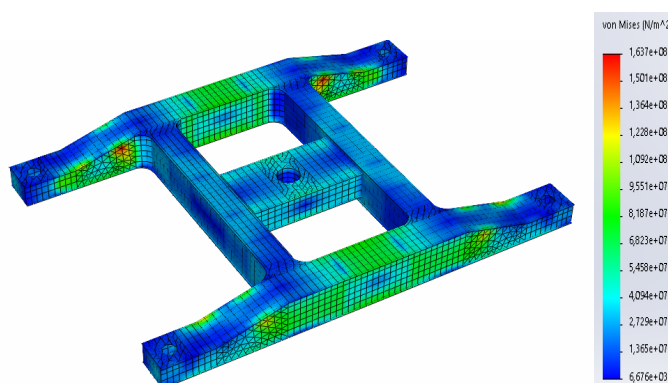


Рис. 2. Распределение напряжений в раме тележки дизель-поезда ДРБ1 при Iб режиме нагружения

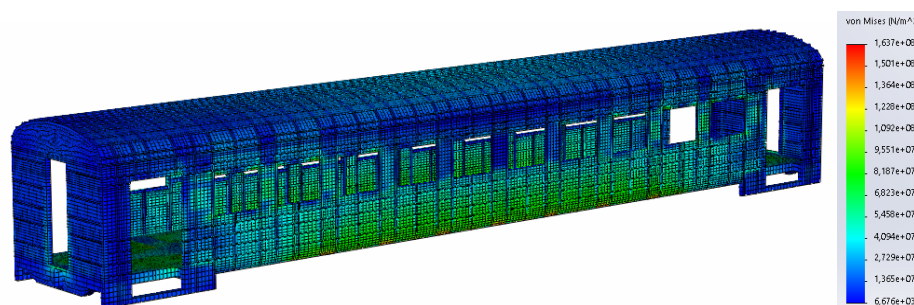


Рис. 3. Распределение напряжений в кузове вагона дизель-поезда ДРБ1 при Ia режиме нагружения

В результате проведенного расчета на прочность были получены эквивалентные напряжения, возникающие в конструкции кузова вагона и раме тележки при различных расчетных режимах. С учетом реального физического состояния металлоконструкций установлено, что прочность при всех расчетных режимах удовлетворяет требованиям Норм.

Таким образом, проведенные исследования напряженно-деформированного состояния несущих конструкций вагонов станут основой для разработки конструкторско-технологических мероприятий по усилению выявленных конструктивных областей в рамках выполнения ремонтных работ в депо.

Выполненные расчеты прочности лягут в основу разработки схемы установки тензометрических датчиков в контрольных точках для проведения натуральных испытаний и для определения участков для вырезки образцов с целью определения прочностных характеристик, ударной вязкости, твердости, химического состава и основных характеристик сопротивления механической усталости.

Литература

1. Железнодорожный подвижной состав. Порядок продления срока службы. Общие положения : СТБ 2534–2018. – Утв. и введ. в действие Постановлением Госстандарта Респ. Беларусь, 7 авг. 2018 г., № 42. – Дата введ. 01.03.19. – Минск : Госстандарт, 2018. – 24 с.

УДК 629.4.027

РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ТАНГЕНЦИАЛЬНО-ОСЕВОГО ЗАМКА КОЛЕСНОЙ ПАРЫ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ШИРИНОЙ КОЛЕИ 1520/1435 мм

Р. И. Чернин, П. А. Дашук

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет
транспорта», г. Гомель*

А. В. Авхачёв

*Республиканское унитарное предприятие
«Могилевское отделение Белорусской железной дороги»*

Исторически развитие железнодорожного транспорта происходило в каждой отдельной стране с учетом лишь внутренних интересов, поэтому, как следствие, на сегодняшний день ширина колеи, используемая на железных дорогах мира, варьируется в пределах от 600 до 1676 мм. В результате развития международных экономических связей железнодорожный транспорт перестал решать лишь локальные задачи каждой страны в отдельности, а с вовлечением в перевозки других стран вышел на новый уровень. Разработки технологии перехода вагонов с одной ширины колеи на другую становятся все более актуальными. Данный вопрос не мог не привлечь внимание отечественных разработчиков, но их разработки требуют актуализации с учетом изменившихся объективных условий. Приведен расчет на статическую прочность современными методами конструкции раздвижной колесной пары, разработанной специалистами БелИИЖТА-БелГУТа.

Ключевые слова: раздвижная колесная пара, статический анализ, напряженно-деформированное состояние.

CALCULATION FOR THE STATIC STRENGTH OF A TANGENTIAL- AXIAL LOCK OF A WHEEL SET WITH A VARIABLE TRACK WIDTH OF 1520/1435 MM

R. I. Chernin, P. A. Dashuk

Educational institution “Belarusian State University of Transport”, Gomel

A. V. Aukhachou

Republican Unitary Enterprise “Mogilev Branch of the Belarusian Railway”

Historically, the development of railway transport has taken place in each individual country, taking into account only internal interests, therefore, as a consequence, today the gauge used on the railways of the world varies in limits from 600 to 1676 mm. As a result of the development of