

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.

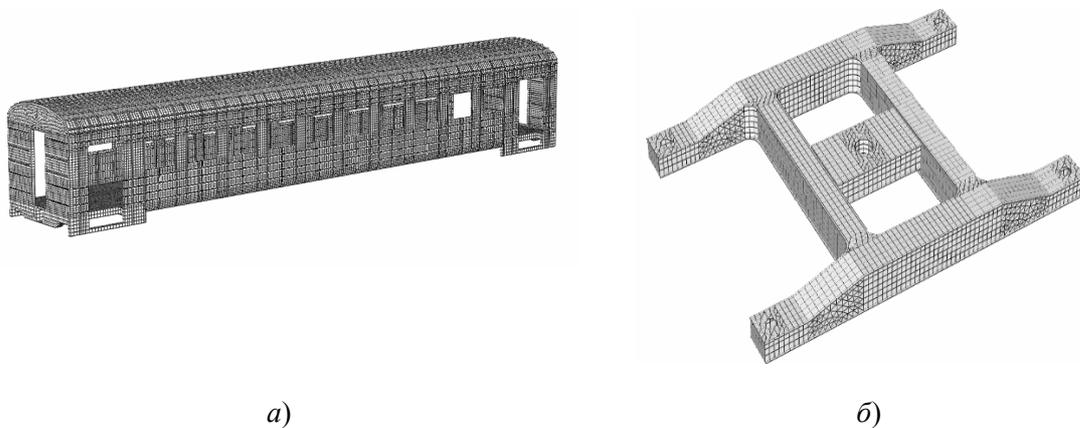


Рис. 1. Конечно-элементная модель кузова (а) и рамы (б) тележки вагона дизель-поезда ДРБ1

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.

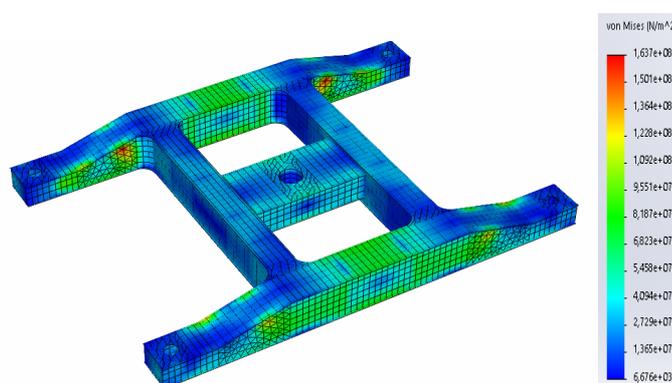


Рис. 2. Распределение напряжений в раме тележки дизель-поезда ДРБ1 при Ib режиме нагружения

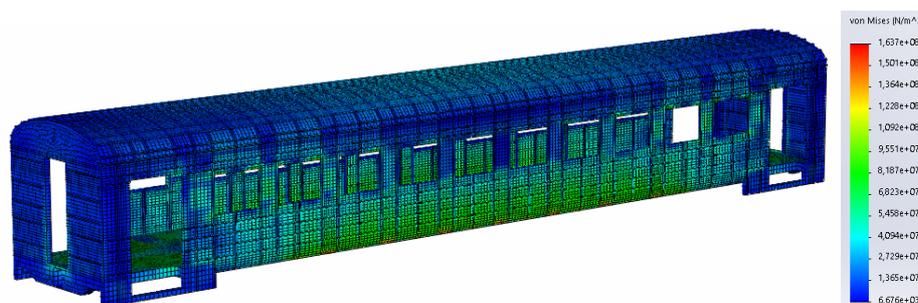


Рис. 3. Распределение напряжений в кузове вагона дизель-поезда ДРБ1 при Ia режиме нагружения

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*