

## УЛУЧШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ НА ТЕЛЕЖКАХ МОДЕЛИ 18-1711

Бубнов В.М., Мямлин С.В., Манкевич Н.Б.

## IMPROVEMENT THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF FREIGHT CARS ON BOGIES MODEL 18-1711

Bubnov V., Myamlin S., Mankevych N.

*В статье приведены результаты исследований прочностных характеристик вагона-цистерны модели 15-1900 и полувагона модели 12-1905 на тележках модели 18-1711 с осевой нагрузкой 25 тс и унифицированные по основным деталям и узлам с вагонами предыдущего поколения. Результаты испытаний доказывают, что исследуемые вагоны обладают удовлетворительными показателями прочности, а их унификация с вагонами предыдущего поколения обеспечивает им ремонтпригодность на существующей ремонтной базе.*

**Ключевые слова:** прочность вагонов, динамические испытания, нагрузка на ось, унификация конструкций

**Постановка проблемы.** Грузоподъемность вагона является его основным технико-экономическим параметром.

Увеличение грузоподъемности вагона позволяет повысить массу поезда, что при сохранении длины станционных путей позволяет сократить капитальные вложения в развитие пропускной способности железных дорог, уменьшить капитальные вложения в подвижной состав и затраты на маневровую работу, взвешивание вагонов и документальное оформление грузов.

При проектировании вагона нового поколения унификация принципиальной схемы его кузова с аналогичным типом вагона предыдущего поколения, должна быть одним из главных критериев оценки эффективности конструкторской работы.

Унификация позволит снизить стоимость производства вагонов за счет возможности использования существующего технологического оборудования, а также снизить эксплуатационные затраты на ремонт и техническое обслуживание за счет существующей на сети железных дорог ремонтной базы, с помощью которой будет производиться восстановительный ремонт деталей и узлов вагона [1].

Т.к. увеличение грузоподъемности вагона влечет за собой увеличение основных эксплуатационных нагрузок, сохранение несущей способности кузова при увеличении его грузоподъемности может быть достигнуто за счет использования при изготовлении элементов несущих конструкций материалов повышенной прочности.

Вместе с тем, важным этапом при проверке заявленных прочностных характеристик остаются динамические прочностные испытания, при которых определяется уровень динамических напряжений в основных несущих элементах конструкции кузова, возникающих при движении вагона с заданной нагрузкой с различными скоростями, вплоть до конструкционной, на характерных участках железнодорожного пути соответствующей конструкции и текущего состояния, а также уточнение отдельных динамических сил, действующих на характерные узлы вагона.

**Цель.** Целью проведенных исследований являлась оценка прочностных качеств грузовых вагонов оборудованных тележками модели 18-1711, по результатам которых определялась возможность унификации деталей кузовов и тележек новых вагонов с вагонами предыдущего поколения.

**Результаты исследований.** В данной статье представлены результаты исследований прочностных характеристик вагонов нового поколения с осевой нагрузкой 25 тс: вагона цистерны модели 15-1900 для светлых нефтепродуктов и универсального полувагона модели 12-1905.

Опытные образцы изготовлены на ПАО «Азовобшемаш». Прототипами для указанных вагонов были соответственно вагон-цистерна модели 15-1547-03 и полувагон модели 12-1704-04 серийно выпускаемые на ПАО «Азовобшемаш» на протяжении многих лет. Важным моментом является то, что новые модели вагонов изготовлены с использованием существующего на заводе технологического оборудования. Это позволит при их серийном изготовлении сократить до минимума затраты на подготовку производства, что положительно отразится на конечной стоимости вагонов, а так же обеспечит их ремонтпригодность на всех существующих ремонтных предприятиях железнодорожного транспорта. Технические характеристики вагонов представлены в табл. 1.

Динамические прочностные испытания вагонов выполнялись в соответствии с [2] в опытных поездках специального поезда, состоящего из вагона-лаборатории, опытного вагона и локомотива, обес-

печивающего движение опытного поезда с допускаемыми скоростями на участках пути от станции Новомосковск-Днепровский до станции Днепро-дзержинск-Левобережный и от станции Днепропетровск (через станцию Сухачевка) до станции Встречный Приднепровской железной дороги.

Регистрация измеряемых процессов при ходовых прочностных испытаниях производилась при

частоте фильтрации до 20 Гц на прямых, кривых участках пути и стрелочных переводах во всем диапазоне допускаемых эксплуатационных скоростей начиная со скорости 25 км/ч до конструкционной скорости 120 км/ч в груженом режиме загрузки вагонов.

Таблица 1

Технические характеристики вагона-цистерны модели 15-1900 и полувагона модели 12-1905

Наименование показателя	Значение показателя	
	Вагон-цистерна модели 15-1900	Полувагон модели 12-1905
Грузоподъемность, т, не более	73,5	75,5
Масса тары, т	26,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,8</sub>	24±0,5
Расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	245,0 (25,0)	
Габарит по ГОСТ 9238-83	1-ВМ	
Объем котла (кузова), м <sup>3</sup>	87±0,4	90±0,5
Ширина кузова, мм	3260	3204
Длина кузова (котла), мм	11260	13130
База вагона, мм	7800	8650
Длина вагона по осям сцепления автосцепок, мм	12020	13920
Высота центра тяжести вагона от уровня головок рельсов, мм		
- в порожнем состоянии	1,560	1,190
- в груженом состоянии	2,5	2,220
Минимальный радиус прохождения кривых участков пути, м:		
1) при проезде в сцепе		
- участка сопряжения кривой и прямой		80
- S-образной кривой		120
2) при проходе одиночной цистерной круговой кривой		60
Конструкционная скорость, км/ч	120	

Записи реализаций проведены общей длительностью не менее 300 с в каждом диапазоне скоростей.

Зарегистрированные динамические процессы обрабатывались программой вычисления мгновенных значений амплитуд процесса при частоте дискретизации 256 Гц, что позволяло определять показатели в необходимом частотном диапазоне до 20 Гц.

Для оценки динамической прочности вагонов и их элементов по III расчетному режиму [3] определялись вероятные максимальные с вероятностью 0,999 значения динамических напряжений в исследуемых точках конструкции вагонов –  $\sigma_{maxIII}$ , МПа, которые суммировались с напряжениями от вертикальной статической нагрузки  $Q_{\partial p1}$  –  $\sigma_{\partial p1}$ , МПа и рабочего давления –  $\sigma_{Ppaб}$ , МПа (для вагона цистерны). Значения напряже-

ний –  $\sigma_{\partial p1}$  и  $\sigma_{Ppaб}$  были приняты по результатам статических испытаний на прочность.

При этом суммарные напряжения –  $\Sigma\sigma_{III}$ , МПа, сравнивались с допускаемыми.

$$\Sigma\sigma_{III} = \sigma_{\partial p1} + \sigma_{Ppaб} + \sigma_{maxIII} \leq [\sigma]_{III}$$

На рисунках 1 и 2 представлены графики зависимости динамических напряжений в основных несущих узлах вагона-цистерны модели 15-1900 и полувагона модели 12-1905 соответственно. Графики получены по результатам протоколов испытаний ООО «НПП ИЦ «АЗОВМАШТЕСТ».

Коэффициент запаса прочности по допускаемым напряжениям для основных элементов испытанных вагонов представлены в табл. 2.

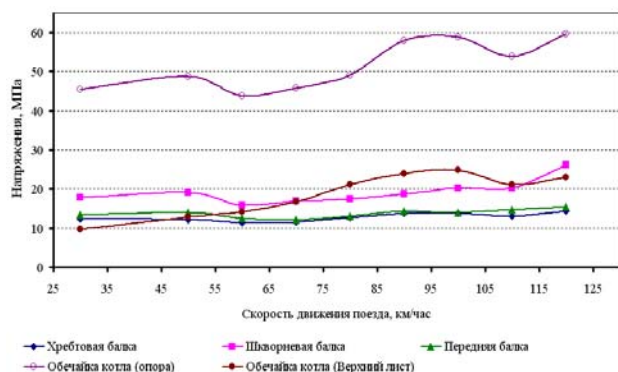


Рис. 1. Графики зависимости динамических напряжений в узлах конструкции вагона-цистерны модели 15-1900 от скорости движения

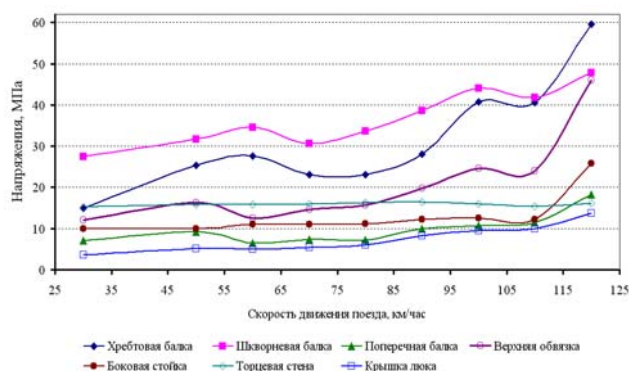


Рис. 2. Графики зависимости динамических напряжений в узлах конструкции полувагона модели 15-1905 от скорости движения

Таблица 2

**Коэффициент запаса прочности по допускаемым напряжениям для элементов кузовов испытанных вагонов**

Наименование элемента кузова	Коэффициент запаса прочности по допускаемым напряжениям	
	По результатам ходовых прочностных испытаний	По результатам статических прочностных испытаний
<b>Вагон-цистерна модели 15-1900</b>		
Хребтовая балка	3,9	1,5
Шкворневая балка	2,2	2,8
Передняя балка	4,5	5,7
Обечайка котла (опора)	1,4	1,7
Обечайка котла (верхний лист)	3,8	2,6
<b>Полувагон модели 12-1905</b>		
Хребтовая балка	1,9	1,4
Шкворневая балка	1,5	1,5
Поперечная балка	2,7	1,7
Верхняя обвязка	2,1	1,13
Боковая стойка	1,7	1,1
Торцевая стена	4,0	2,1
Крышка люка	1,5	1,2

Как видно из данных таблицы 2, для опытных образцов вагонов, оборудованных тележками модели 18-1711, по результатам ходовых прочностных испытаний получены удовлетворительные значения коэффициентов запаса усталостной прочности. Максимальный уровень динамических напряжений в элементах конструкций вагонов зафиксирован при их движении с максимальной конструкционной скоростью 120 км/ч, но они не превышают допускаемые значения.

Для вагона-цистерны 15-1900 минимальный коэффициент запаса прочности по допускаемым напряжениям равен 1,4 определенный для котла в районе опоры котла на раму, для полувагона коэффициент равен 1,5 определенный для шкворневой балки и крышки разгрузочного люка.

**Выводы.** По своим прочностным качествам разработанные и испытанные вагоны соответствуют нормативным документам, что полностью подтверждает принятые конструктивные решения.

## Л и т е р а т у р а

1. Бубнов В.М. Основные тенденции совершенствования ходовых частей грузовых вагонов / В.М. Бубнов, С.В. Мямлин, Н.Б. Манкевич // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доповідей 72 Міжнародного науково-практичного конференції, 19-20 квітня 2012 р., Дніпропетровськ. – Д.: ДНУЗТ, 2012. – С. 74-75.
2. РД 24.050.37-95. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества, М., ГосНИИВ 1995. – 101 с.
3. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), с изм. и доп., М., ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 352 с.

## References

1. Bubnov V.M. Osnovnye tendencii sovershenstvovaniya hodovykh chastei gruzovykh vagonov / V.M. Bubnov, S.V. Myamlin, N.B. Mankevych // Problemy ta perspektivy rozvytku zaliznychnogo transpotu: tezy dopovidey 72 Mizhnar. naukovo-praktych. konf., 19-20 kvitnya 2012., Dnipropetrovsk. – D.: DNUZT, 2012. – P. 74-75.
2. РД 24.050.37-95 «Vagony gruzovye i passazhyrskie. Metody ispytaniy na prochnost i hodovye kachestva», M., GosNIIV 1995. – 101 p.
3. Normy dlya rascheta i proektirovaniya vagonov zheleznykh dorog MPS kolei 1520 mm (nesamohodnyh), s izm. i dop., M., GosNIIV-VNIIZhT, 1996. – 352 p.

## Бубнов В.М., Мямлин С.В., Манкевич М.Б. Покращення міцносних характеристик вантажних вагонів на візках моделі 18-1711

У статті наведені результати дослідження динамічної міцності вагона-цистерни моделі 15-1900 і піввагона моделі 12-1905 на візках моделі 18-1711 з навантаженням на вісь 25 т та уніфікованих за основними деталями і вузлами з вагонами попереднього покоління. Результати випробувань доводять що дослідні вагони мають задовільні показники міцності, а їх уні-

фікація з вагонами попереднього покоління забезпечить їм ремонтпридатність на існуючій ремонтній базі.

**Ключові слова:** міцність вагонів, динамічні випробування, навантаження на вісь, уніфікація конструкцій.

**Bubnov V., Myamlin S., Mankevych N. Improvement the strength characteristics of freight cars on bogies model 18-1711**

*The paper describes the results of dynamic strength testing of the tank car model 15-1900 and gondola car model 12-1905 on bogies 18-1711 with axle load of 25 t and unitized by main parts with cars of previous generation. Processing of tests show that the tested cars satisfactory dynamic strength properties on all parameters and their unification with the previous generation of cars gives them repairability on existing repair base.*

*Keywords: railroad cars strength, dynamic test, axle load, structural unification.*

**Бубнов В.М.** – д.т.н., Генеральний конструктор ООО «ГСКБВ им. В.М.Бубнова», Украина, e-mail: bubnov@mail.ru.

**Мямлин С.В.** – д.т.н., профессор ДНУЖТ, Украина, e-mail: sergeymyamlin@gmail.com.

**Манкевич Н.Б.** – ведущий инженер-конструктор ООО «ГСКБВ им. В.М.Бубнова», Украина, e-mail: n-mankevich@mail.ru.

**Рецензент:** Осенин Ю.И., д.т.н., проф.

Статья представлена 12.03.2013