

УДК 629.463.1.001.41 : 001.891.5

*А. В. Донченко*  
*М. И. Соляник*  
*Д. В. Федосов-Никонов*  
*С. В. Долинский*

**АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ КРЫТОГО  
УНИВЕРСАЛЬНОГО ВАГОНА  
С ПОВЫШЕННЫМ ОБЪЁМОМ КУЗОВА**

*Рассматривается вопрос прочностных качеств крытого универсального вагона с повышенным объёмом кузова при постановке его на производство.*

*Розглядається питання міцнісних якостей критого універсального вагона з підвищеним об'ємом кузова при постановці його на виробництво.*

*A question concerning strength characteristics of a covered multi-purpose car with increased car cubic capacity in case of launching it into manufacture is considered.*

**Ключевые слова:** испытания, оценка прочности, крытый универсальный вагон, постановка на производство.

Современное машиностроение в условиях рыночной экономики характеризуется острой конкурентной борьбой между предприятиями-производителями за рынки сбыта. Залогом успешного развития предприятия является постоянный контроль за качеством выпускаемой продукции, увеличением её ассортимента, анализ рынка продукции и тенденций его развития.

Днепродзержинский вагоностроительный завод ПАО «Днепровагонмаш» для увеличения ассортимента своей продукции разработал и создал 4-осный грузовой крытый вагон универсального назначения для магистральных железных дорог колеи 1520 мм.

Цель разработки – создание крытого универсального вагона с повышенным объёмом кузова (150 м<sup>3</sup>), предназначенного для транспортирования штучных, тарно-штучных, пакетированных и насыпных грузов, требующих защиты от атмосферных осадков.

Вагон пригоден для эксплуатации по сети железных дорог стран СНГ, Грузии, Латвийской Республики, Литовской Республики и Эстонской Республики. Для постановки на производство согласно техническому заданию был изготовлен опытный образец крытого вагона и подвергнут предварительным испытаниям с целью

©Донченко А. В., Соляник М. И., Федосов-Никонов Д. В., Долинский С. В., 2013

определения фактических значений его характеристик для оценки соответствия требованиям нормативной документации и технического задания, определения возможности предъявления образца на приёмочные испытания.



*Рис. 1. Вагон крытый универсальный*

Комплекс предварительных испытаний крытого универсального вагона проведен испытательным центром продукции вагоностроения и литейного производства для вагоностроения Государственного предприятия «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ИЦ ПВ ГП «УкрНИИВ»).

При проведении предварительных испытаний определялись следующие виды показателей:

- величина продольной квазистатической нагрузки;
- допускаемые напряжения в элементах вагона при квазистатических загрузках и испытаниях на прочность при ремонте и обслуживании;
- величина продольной ударной нагрузки;
- суммарные допускаемые напряжения от нагрузки брутто и продольной ударной нагрузки;
- коэффициент запаса сопротивления усталости;
- коэффициент вертикальной динамики кузова;
- коэффициент вертикальной динамики неподрессоренной рамы тележки;
- рамная сила от колесной пары на раму тележки;
- ускорения кузова вертикальные и горизонтальные;
- коэффициент запаса устойчивости колесной пары от схода с рельс;
- коэффициент запаса поперечной устойчивости вагона от бокового опрокидывания в порожнем и груженом режимах, внутрь и наружу кривой.

На территории завода были проведены статические испытания на прочность – от действия вертикальной нагрузки и сил, действующих на вагон при его ремонте, в стенде растяжения-сжатия – квазистатические испытания, в стенде-горке – испытания на соударение.

Ходовые динамические и ходовые прочностные испытания (в порожнем и груженом режиме) проводились в составе отдельного поезда, сформированного из вагона крытого универсального и вагона-лаборатории на полигоне Приднепровской железной дороги. Полигон включает участки пути, по составу прямых и кривых соответствующих требованиям к пути для проведения ходовых испытаний. В результате проведенных испытаний установлено:

– напряжение в элементах конструкции вагонов не превышают допустимых напряжений, установленных «Нормами – 83» (далее – «Норм...») [1] и «Нормами – 96» (далее – «Норм...») [2];

– при соударении повреждений элементов вагонов, остаточных деформаций, трещин по основному металлу и сварных швах от действия нормативных нагрузок не выявлено;

– показатели качества хода вагона в порожнем и груженом состояниях отвечают нормативным требованиям.

Однако в результате проведения ходовых-прочностных испытаний было выявлено, что коэффициенты запаса сопротивления усталости металла балки боковой области дверного проема в контрольных точках получен равным 1,4 при нормативном значении 1,5 (для срока эксплуатации вагона 32 г.).

Коэффициент запаса сопротивления усталости  $n$  определялся по формуле:

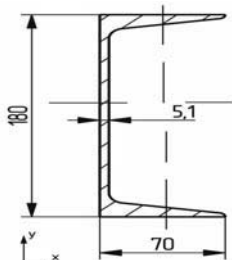
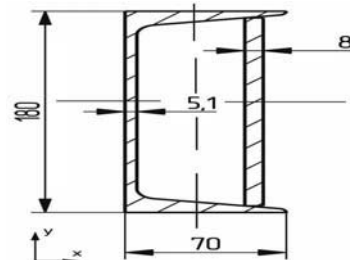
$$n = \frac{\sigma_{a,N}}{\sigma_{a,\varepsilon}}$$

где  $\sigma_{a,N}$  – предел выносливости (по амплитуде) натурной детали по симметричному циклу и установленному режиму нагрузок на базе испытаний  $N_0$ , МН;

$\sigma_{a,\varepsilon}$  – расчётная величина эквивалентной амплитуды динамического напряжения в реальном режиме эксплуатационных случайных нагрузок за проектный срок службы конструкции, МН;

$[n]$  – допускаемый коэффициент запаса сопротивления усталости.

**Таблица 1. Сравнительная таблица геометрических характеристик сечений нижней обвязки вагона крытого универсального**

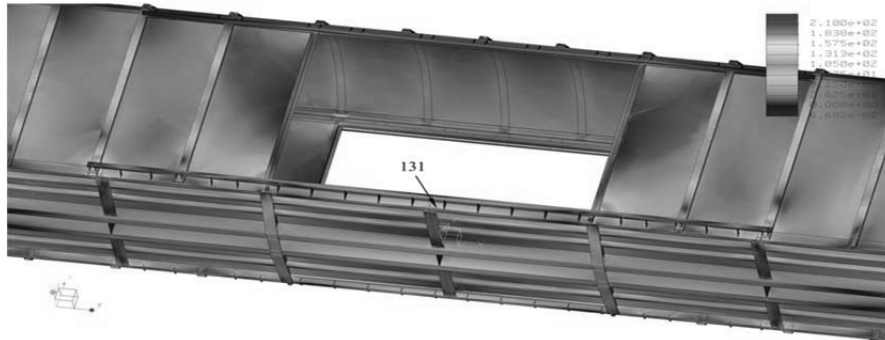
До изменения	Послеизменения
 <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Рис. 2</i></p>
$I_x = 1090 \text{ см}^4, W_x = 121 \text{ см}^3$ $I_y = 86 \text{ см}^4, W_y = 17 \text{ см}^3$	$I_x = 1358 \text{ см}^4, W_x = 151 \text{ см}^3$ $I_y = 191 \text{ см}^4, W_y = 51 \text{ см}^3$

Предел выносливости натурной детали  $\sigma_{a,N}$  рассчитан по формуле (3.9), а расчётную величину амплитуды динамического напряжения  $\sigma_{a,\varepsilon}$  по формуле (3.18) согласно «Нормам...» [1]. Величина коэффициента снижения предела выносливости натурной детали  $(K_\sigma)_k$  для типовых элементов вагонных конструкций выбрана по данным табл. 3.2 «Норм...» [1].

В результате несоответствия коэффициента запаса сопротивления усталости балки боковой, в области дверного проема, допустимому значению коэффициента запаса сопротивления усталости  $[n]$ , возникла необходимость внесения изменения в

конструкцию вагона. Была изменена конструкция боковой балки в области, где по результатам испытаний были получены значения коэффициента запаса сопротивления усталости ниже нормативных.

На рис. 2 и 3 показаны исходное и усиленное сечения боковой балки. Данное усиление, по результатам расчетов (рис. 2, рис. 3), привело к увеличению моментов инерции сечения относительно оси Y на 24,5% (с 1090 см<sup>4</sup> до 1358 см<sup>4</sup>).



**Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние вагона крытого по III режиму - растяжение. Боковая балка у дверного проема без усиления**



**Рис. 3. Напряженно-деформированное состояние вагона крытого по III режиму - растяжение. Боковая балка у дверного проема с усилением из листа 8 мм на длине 5500 мм**

При проведении повторных ходовых-прочностных испытаний было зафиксировано снижение напряжений в исследуемом узле и, как следствие, увеличение коэффициента запаса сопротивления усталости до значения, соответствующего требованиям «Норм...».

По результатам анализа показателей, полученных при предварительных испытаниях, принято решение о постановке данной модели крытого универсального вагона с повышенным объемом кузова на серийное производство.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Нормы для расчёта и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1983. – 258 с.

2 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), с изменениями и дополнениями (01.02.2000 г. и 01.03.2002 г.). – М., 1996. – 319 с.