

УДК 629.45

DOI: 10.30987/1999-8775-2021-8-67-76

С.Д. Коршунов, А.Н. Скачков, С.Л. Самошкин, А.А. Смирнов, Д.И. Гончаров

СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И МЕТОДИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ПРОЧНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КУЗОВОВ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЕ

Приведены предпосылки к разработке и внедрению в эксплуатацию вновь спроектированного стенда для прочностных испытаний кузовов вагонов по оценке соответствия отечественных объектов железнодорожного транспорта требованиям европейских стандартов. Рассмотрены основные цели и задачи при проектировании стенда для

реализации нормативных нагрузок, действующих на конструкцию кузова вагона при испытаниях и в эксплуатации.

Ключевые слова: требования, статические испытания, вагоны, нагрузки, стандарты, силоизмерительные устройства.

S.D. Korshunov, A.N. Skachkov, S.L. Samoshkin, A.A. Smirnov, D.I. Goncharov

FORMATION OF EXPERIMENTAL AND METHODOLOGICAL BASIS TO ESTIMATE STRENGTH CORRESPONDENCE OF DOMESTIC PASSENGER CAR BODIES TO EUROPEAN STANDARD BASIS

The development of the international trade and the entrance of domestic car manufacturers into international markets required bench equipment development for tests in accordance with the requirements of the European standards.

In this connection the purpose of this work is to develop an experimental and methodical basis for the estimation of the strength correspondence of export railway produce to the European standard basis.

In the work there is shown a description of the bench developed for static tests of rolling stock for loads corresponding to the European standard basis.

In the requirements mentioned there is used a more extended list of loads and combination of efforts and the necessity in the application of longitudinal loads to the elements of the end wall in three levels should be particularly emphasized.

On the test bench there are carried out static tests of the car of model 61-4514 for Egyptian national railways and the body of the motor-rail car of model 2853 for the railway infrastructure of Serbia.

Key words: requirements, static tests, cars, loads, standards, force-measuring devices.

Введение

В настоящее время востребовано направление по созданию новых отечественных кузовов пассажирского парка вагонов колеи 1435 мм разного назначения. Конструкторская документация на них должна разрабатываться с учетом требований европейских нормативных стандартов, так же, как и необходимые расчеты, которые предварительно подтверждают достаточную прочность кузова вагона. Для экспериментальной оценки показателей прочности опытного образца необходимо провести комплекс испытаний, первыми из которых являются предварительные прочностные статические испытания

металлоконструкции кузова. При планировании таких испытаний основная задача заключается в реализации полного комплекса нагрузок на металлоконструкцию кузова вагона, действующих в эксплуатации и предусмотренные европейскими нормативами.

Решением поставленного вопроса было проектирование и изготовление Тверским институтом вагоностроения собственного стенда, способного реализовать весь необходимый перечень испытательных нормативных нагрузок при обязательной сертификации вагонов.

Состояние вопроса и постановка задачи

Определение напряженно-деформированного состояния кузова вагона для оценки соответствия требованиям отечественных нормативных документов (в части квазистатических нагружений) проводится на стенде, созданном и эксплуатируемом АО НО «ТИВ». Стенд позволяет реализовывать все нормативные нагрузки: продольные нагрузки растяжения и сжатия, приложенные к передним и задним упорам хребтовой балки рамы кузова; вертикальные нагрузки, имитирующие как собственный вес вагона, так и полезную

нагрузку, а также комплекс нагрузок, возникающих при ремонте подвижного состава.

На рис. 1 показан общий вид стенда для испытаний вагонов на статические нагрузки по отечественным нормативным документам [1]. Методы проведения статических испытаний подробно описаны [3, 4]. Лаборатория динамико-прочностных испытаний вагонов на этом стенде провела испытания на прочность всех основных моделей отечественных пассажирских вагонов, включая двухэтажные.

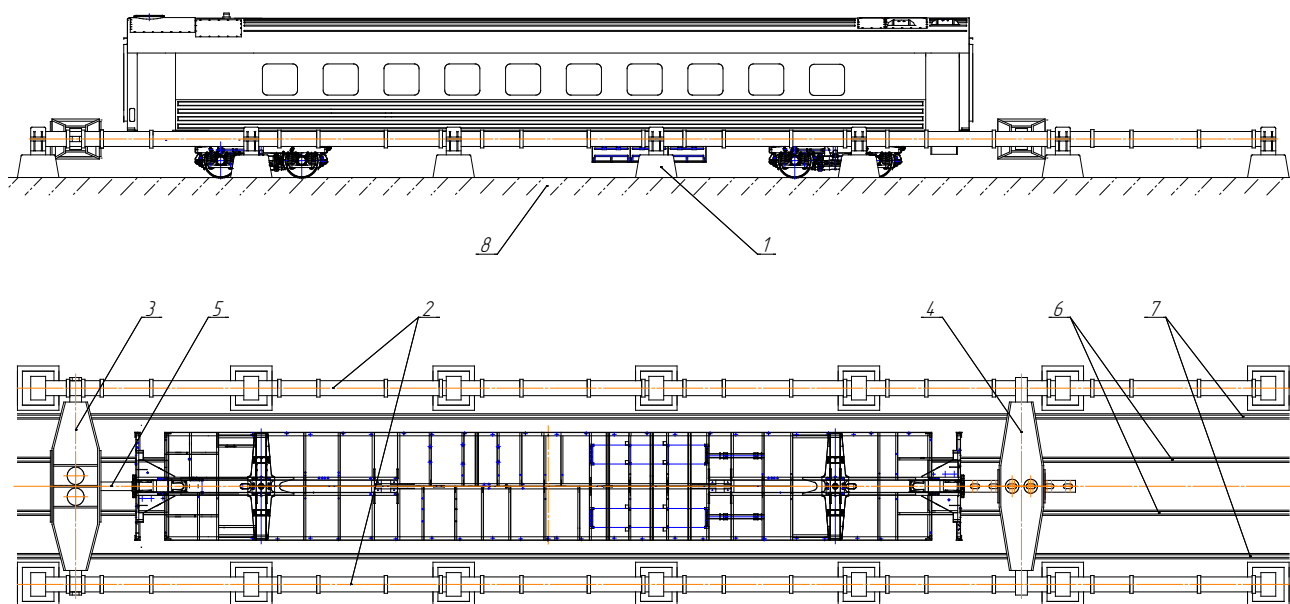


Рис. 1. Стенд для испытаний вагонов по отечественным нормативам:

- 1 – бетонные тумбы; 2 – продольные балки; 3 – поперечная балка с гидроцилиндром (неподвижная); 4 – поперечная балка для фиксации объекта испытаний (подвижная); 5 – шток гидроцилиндра для реализации продольных нагружений; 6 – рельсовый железнодорожный путь колеи 1520 мм для установки объекта испытаний; 7 – контррельсы для испытаний кузова вертикальными и ремонтными нагрузками; 8 – бетонное основание

В настоящее время выход на зарубежный рынок новых вагонов производства

ОАО «Тверской вагоностроительный завод», предназначенных для эксплуатации на сети европейских железных дорог колеи 1435 мм, ставит перед нами задачу исследовать и оценить соответствие новых разработок железнодорожного транспорта требованиям европейских стандартов.

Впервые такие вопросы возникли при разработке, изготовлении и испытаниях пассажирских вагонов для международных сообщений габарита *RIC* модели 61-4476. Эти вагоны были разработаны в соответ-

ствии с техническими требованиями АО «Федеральная пассажирская компания» для замены устаревших пассажирских вагонов, произведенных в ГДР до 90-х годов XX века [14]. Эти вагоны использовались для международных маршрутов, связывающих города СССР со столицами европейских государств (колея 1520 мм в СССР переходит на колею 1435 мм для государств Восточной и Западной Европы).

Вагоны модели 61-4476 изготавливались совместно ОАО «ТВЗ» и концерном *Siemens AG* (Германия). Испытания на прочность этих вагонов, в том числе и сертифи-

кационные, проводились специалистами лаборатории динамико-прочностных испытаний вагонов АО НО «ГИВ» совместно с испытательным центром в Вене (Австрия). Наши испытательные центры проводили испытания на соответствие требованиям наших стандартов [1, 5], а испытательный центр в Вене – на соответствие европейским стандартам [6]. В результате вагон прошел полный цикл испытаний и получил сертификат соответствия по двум нормативным требованиям [6, 7], [8, 9]. Было выпущено 200 вагонов модели 61-4476, которые полностью заменили устаревшие вагоны на всех

международных маршрутах России со странами Европы.

В 2017 году АО «Трансмашхолдинг» подписал контракт на поставку 1300 пассажирских вагонов для Египетских национальных железных дорог. Эти вагоны запланировано поставлять пятью или более моделями, каждая из которых должна пройти сертификацию. ЕНЖД имеет магистральные пути с колеёй 1435 мм, а на подвижной состав распространяются требования EN [6]. В связи с этим встал вопрос о снижении затрат на сертификацию за счет проведения испытаний по требованиям [6] российскими испытательными центрами.

Технические требования и описание конструкции стенда.

В европейских стандартах [6] при проведении статических испытаний требуется более широкий перечень режимов нагружения и сочетания усилий в них по сравнению с российскими нормативами [1, 2]. Особенно стоит отметить необходи-

мость приложения продольных нагрузок к несущим элементам торцевой стены в 3-х уровнях по высоте.

В таблице приведены сочетания усилий по режимам нагружения [6].

Таблица

Сочетание усилий по режимам нагружения согласно [6] для пассажирских вагонов

Описания режима нагружения	Вертикальное усилие	Усилие в продольном направлении, кН
Продольная нагрузка, приложенная к буферам (сжатие)	$(m_1 + m_3)g$	-2000
Продольная нагрузка, приложенная по диагонали к буферам (сжатие)	$(m_1 + m_3)g$	-500
Продольная нагрузка, приложенная к передним упорам тягового устройства (растяжение)	$(m_1 + m_3)g$	1500
Продольная сила сжатия, приложенная на 150 мм выше верхней горизонтальной полки буферного бруса	m_1g	-400
Продольная сила сжатия, приложенная на высоте оконного проема (оконного пояса кузова)	m_1g	-300
Продольная сила сжатия, приложенная на высоте надоконного пояса кузова	m_1g	-300
Максимальное вертикальное нагружение	$1,3(m_1 + m_3)g$	-
Подъем одного конца вагона в установленных точках подъема	$1,1(m_1 + m_2)g$	-
Подъем одного конца вагона в установленных точках подъема на 150 мм	$1,1(m_1 + m_2)g$	-
Подъем вагона в установленных точках подъема	$1,1(m_1 + 2m_2)g$	-

В таблице использованы следующие обозначения: m_1 – расчетная масса экипированного кузова; m_2 – масса пассажиров (80 кг на каждого пассажира умноженное на количество мест для сидения и обслуживающего персонала); g – ускорение свободного падения.

В связи с появившейся у института перспективой проведения испытаний на соответствие евро нормам и возможным выходом продукции отечественного пассажирского вагоностроения на зарубежный рынок необходимо дальнейшее совершенствование имеющейся испытательной базы института и разработка нового испытательного оборудования.

Специалистами лабораторий № 10 и № 5 АО НО «ТИВ» для реализации полного комплекса нагружений кузовов вагонов по [6] был разработан проект конструкции стенда, проведены расчеты на прочность и жесткость металлоконструкции при воздействии испытательных нагрузок по требованиям европейских нормативов. Проект разработан таким образом, что позволяет при сравнительно небольших затратах на изготовление стенда, проводить прочностные статические испытания кузовов вагонов всеми испытательными нагрузками с требуемой точностью измерения, предусмотренной технической документацией измерительных устройств стенда. На рис. 2 показан общий вид стенда.

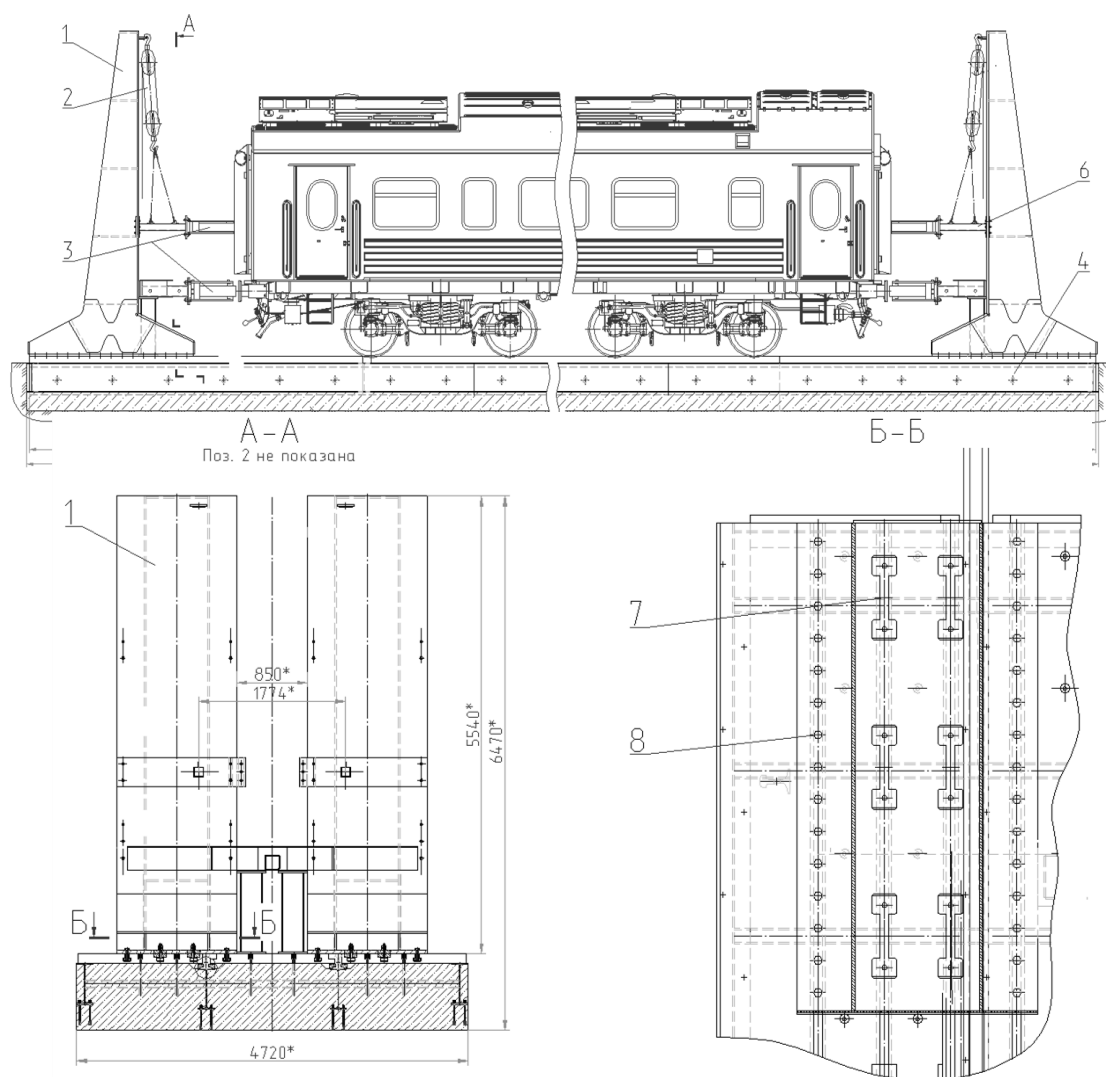


Рис. 2. Общий вид стенда, модернизированного под нагрузки по европейским нормам [6]
 1 – колонна; 2 – лебедка; 3 – гидроцилиндры; 4 – рама стенда; 5 – фундамент; 6 – компенсаторы;
 7 – элементы, работающие на срез; 8 – болты крепления колонн

Стенд представляет собой модульную конструкцию, состоящую из двух силовых вертикальных колонн, сопряженных между собой двумя поперечными балками и стальной поперечной пластиной. Крепление колонн к бетонному основанию выполнено с помощью анкерных болтов, помимо этого силовая конструкция имеет дополнительные узлы крепления к несущим продольным балкам стенда для испытаний по отечественным нормативам.

Основной задачей при разработке конструкции стенда являлась реализация требуемых испытательных нагрузок на торцевую стену вагона. Для выполнения требований по нагружению было решено использовать одну из поперечных балок не только как элемент несущей конструкции стенда, но и как площадку для монтажа силовых и измерительных устройств.

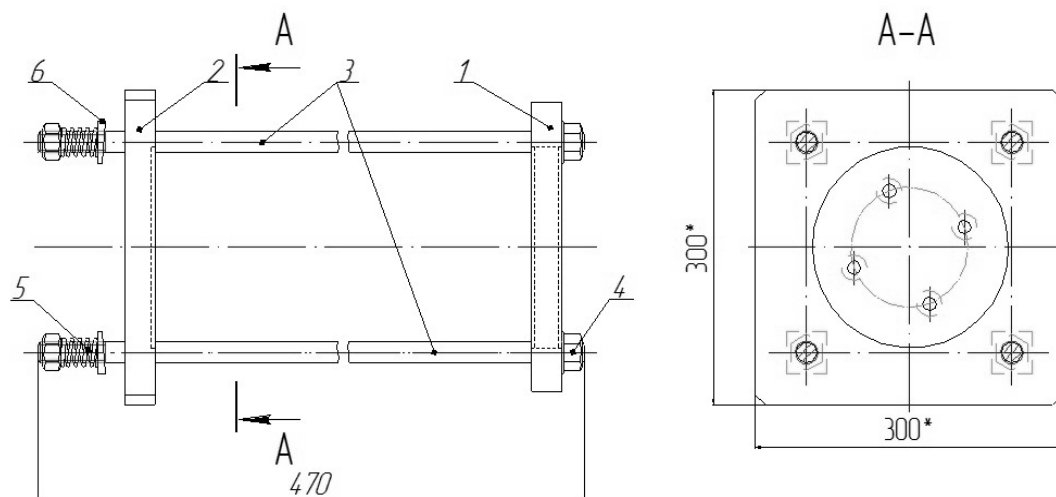


Рис. 3. Каркас гидравлического домкрата

1 – фланец; 2 – основание; 3 – шпильки (4 шт.); 4 – гайки (4 шт.); 5 – пружины (4 шт.); 6 – шайбы (4 шт.)

Поперечная балка, с установленными на ней гидравлическими домкратами (силовыми устройствами) соединена с колоннами посредством болтовых соединений, что позволяет фиксировать её положения на разных высотах в зависимости от типа прикладываемой нагрузки на торцевую стену. Крепление гидравлических домкратов на поперечных балках стенда, для реализации нагрузок на раму и торцевую стену вагона, осуществляется с помощью специально разработанного каркаса (рис. 3), учитывающего особенности их конструкции.

Для реализации статических нагрузок по требованиям EN 12663-1 силовые устройства были оборудованы собственным гидравлическим приводом с системой управления. Использование гидропривода было обусловлено его преимуществами перед другими системами, наиболее важным из которых является относи-

тельно малые габариты и высокая весовая отдача, под которой понимается вес, приходящийся на единицу передаваемой мощности.

Гидравлическая система стенда включает в себя:

- в качестве силовой установки, для обеспечения гидравлической энергии нагрузочных элементов стенда используется двухступенчатая насосная станция НЭЭ16/70-6/2И20Т2-В с номинальным давлением 16 (160) / 70 (700) МПа (кгс/см²); масса насосной станции составляет 65 (80) кг;

- гидравлические домкраты. Для обеспечения приложения нагрузок к элементам рамы и кузова испытуемого объекта используются домкраты универсальные с гидравлическим возвратом поршня ДУ150Г150, грузоподъемностью 150 тс и гидравлическим возвратом поршня 150

мм. Масса одного гидравлического домкрата не превышает 80 кг;

– насос гидравлический с ручным приводом. В качестве независимого источника дополнительного нагнетания гидравлической жидкости под давлением в рабочие полости нагрузочных устройств используется насос гидравлический с ручным приводом НРГ-7010, с номинальным давлением 70 МПа и номинальным объемом бака 1000 см³. Масса насоса составляет 7,3 кг;

– монтажная плита. Она спроектирована и изготовлена силами специалистов АО НО «ТИВ» и служит для установки на ней специальных устройств для плавного изменения и поддержания заданной нагрузки на объект испытаний, а также управления работой гидроцилиндров (как синхронно, так и независимо друг от друга);

– рукава высокого давления. Для подачи рабочей жидкости от насосной станции и ручного насоса до нагрузочных устройств (гидравлических домкратов) используется сеть гибких рукавов высокого давления, состоящая из напорной и сливной магистралей.

При измерении механических параметров наиболее часто применяются электрические методы, основными преимуществами которых является большая чувствительность, возможность дистанционного измерения и непрерывной записи измеряемого механического параметра. Механические деформации измеряются методом тензометрии с помощью тензодатчиков сопротивления и измерительных усилителей. Работа тензодатчика сопротивления основана на тензоэффекте проводника. Под тензоэффектом понимается свойство

проводников изменять электрическое сопротивление при их деформации, вследствие чего возникает разбалансировка мостовой электрической схемы, на которую реагирует измерительный прибор.

В качестве силоизмерительных устройств стенда используются тензометрические датчики силы типа М100-50-С3 с наибольшим пределом измерения 50 тс и датчики силы типа С6А с наибольшим пределом измерения 2,0 МН (200 тс) с контролем нагрузки по показаниям терминалов или измерительных усилителей Spider (НВМ). Датчики монтируются на гидравлические домкраты с помощью специально разработанной опоры, которая, при необходимости, дает возможность установки датчиков силы других типов, например М70К-30-С1. Крепление датчиков к опорам осуществляется крепежными изделиями (винтами). Такими же датчиками контролируются вертикальные и боковые испытательные нагрузки.

Помимо этого, специалистами лаборатории № 5 АО НО «ТИВ» разработаны и используются при испытаниях приспособления для непосредственного измерения продольных испытательных нагрузок по отечественным и зарубежным нормативам. Контроль силы нагружения осуществляется при помощи двух датчиков силы С6А с наибольшим пределом измерения 2,0 МН (200 тс) каждый. На рис. 4 представлена монтажная схема приспособлений для контроля продольной нагрузки сжатия. При проведении испытаний объекта на продольную нагрузку растяжение, достаточно лишь произвести монтаж устройств на противоположную сторону поперечной балки для фиксации объекта.

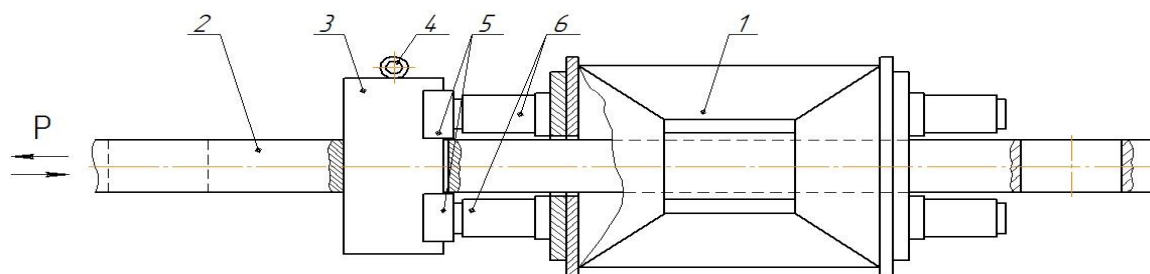


Рис. 4. Приспособление для измерения продольных испытательных нагрузок
1-балка поперечная для фиксации объекта; 2-балка задняя; 3-клин; 4-рым болт;
5-сухарь (2 шт.); 6-датчики силы С6А (2 шт.)

Вертикальные нагрузки, имитирующие брутто и тара кузова, при испытаниях на соответствие отечественным и европейским стандартам [1, 6], а также нагрузки, возникающие при эксплуатации и ремонте вагона, создаются с помощью системы пневматических цилиндров [13]. Подача воздуха на пневматические цилиндры осуществляется от компрессора и контролируется регулятором давления (дресселем), установленным на пульте управления. Каждый отдельный комплект (рис. 5) для реализации вертикальной нагрузки устанавливался в симметричные оконные

проемы и в дверные проемы тамбуров вагона. В зависимости от модели вагона по его длине устанавливается порядка 12 и более комплектов. Это позволяет с достаточной точностью имитировать распределение реальной вертикальной нагрузки по кузову вагона.

На рис. 5 показана общая схема комплекта для реализации вертикальной нагрузки на кузов вагона. В качестве опорного бруса обычно используется стандартная шпала или фанера толщиной до 40 мм.

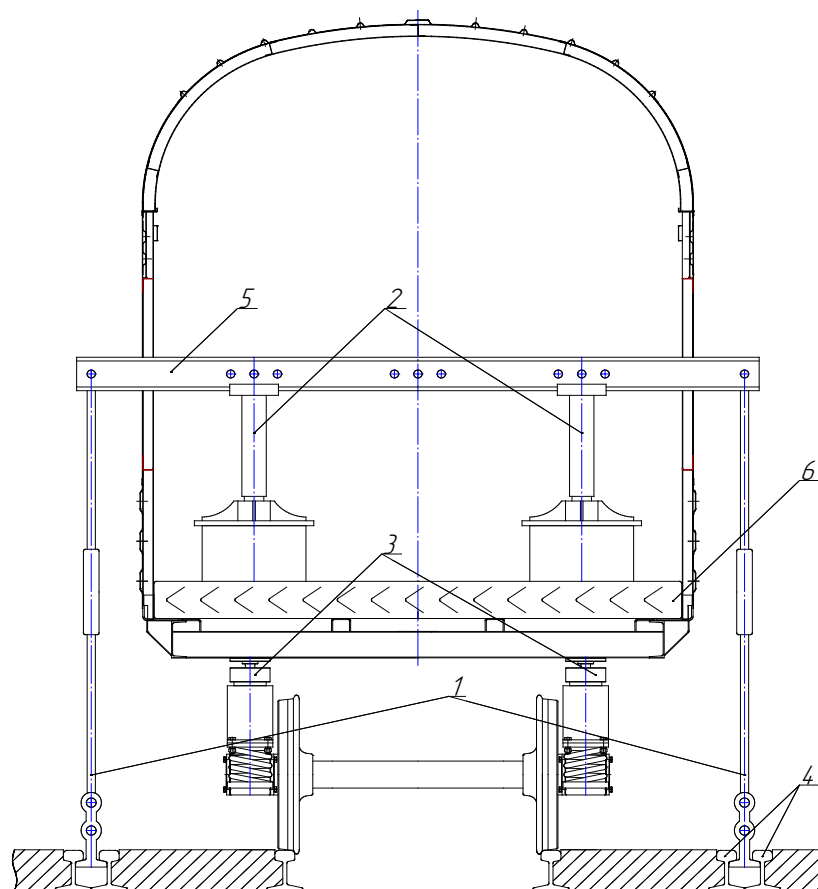


Рис. 5. Комплект для реализации вертикальной нагрузки
1-вертикальные тяги; 2-пневматические цилиндры; 3-весоизмерительные датчики; 4-силовой рельсовый путь; 5-поперечная балка; 6-опорный брус

Заключение

На основании разработанной конструкторской документации в цехе опытно-экспериментальных исследований АО НО «ТИВ» был построен стенд. Комплект документации для первичной аттестации стенда был разработан в полном объеме специалистами лаборатории № 5 института. Первичная аттестация

стенда на весь комплекс нормативных нагрузок, предусмотренных евростандартами, проведена под контролем ведущих специалистов

ФБУ «Тверской ЦСМ». Испытательные нагрузки (см. табл. 1) включали в себя: продольные нагрузки сжатия, растяжения; нагрузки в торцевую стену; вертикальные

нагрузки тара и брутто; а также различные варианты ремонтных нагрузок. На основании полученных положительных результатов стенд аттестован на проведение прочностных статических испытаний железнодорожного подвижного состава по евростандартам.

Европейскими специалистами проведена экспертиза технических возможностей института и компетентности специа-

листов. С учетом полученного положительного результата, выдана аккредитация на проведение испытаний ТСЖТ по EN 12663-1. К настоящему времени институтом по разработанным и согласованным органом по сертификации методикам испытаний проведены испытания на статическую прочность по евростандартам нескольких кузовов вагонов самого различного назначения [10, 11, 12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Нормы для расчета и проектирования новых и модернизированных вагонов железных дорог колеи 1520 мм (несамоходных).** – Москва : ВНИИВ – ВНИИЖТ, 1983. – 260 с.
2. **ГОСТ 34093-2017. Вагоны пассажирские локомотивной тяги.** Требования к прочности и динамическим качествам: нац. стандарт Российской Федерации : изд. офиц. : введ. в действие Приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 13 июня 2017 г. № 537-ст : введ. впервые : дата введ. 2018-01-01 / разработ. Закрытым акционерным обществом Научной организацией «Тверской институт вагоностроения». – Москва : Стандартинформ, 2017. – 45 с.
3. **ГОСТ 33788-2016. Вагоны грузовые и пассажирские.** Методы испытаний на прочность и динамические качества: нац. стандарт Российской Федерации : изд. офиц. : введ. в действие Приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 19 июля 2016 г. № 856-ст : введ. впервые : дата введ. 2017-05-01 / разработ. Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта». – Москва : Стандартинформ, 2016. – 41 с.
4. **Методика расчетно-экспериментальных исследований кузовов современного подвижного состава** / А. Н. Скачков, С. Д. Коршунов, С. Л. Самошкин [и др.] // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2015. – № 4. – С. 38–47.
5. **ГОСТ Р 55182-2012. Вагоны пассажирские локомотивной тяги.** Общие технические требования: нац. стандарт Российской Федерации : изд. офиц. утв. и введ. в действие Приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 26 нояб. 2012 г. № 1161-ст : переизд. : дата переизд. окт. 2019 г. / разработ. Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта». – Москва : Стандартинформ, 2012. – 27 с.
6. **DIN EN 12663-1. Рельсовый транспорт – Требования к прочности кузовов подвижного состава рельсового транспорта – Часть 1: Локомотивы и пассажирские вагоны (и альтернативные технологии для грузовых вагонов).** – Брюссель : Европейский комитет по стандартизации, 2010. – 39 с.
7. **Комплексные испытания вагона для международных сообщений габарита RIC модели 61-4476** / С. Д. Коршунов, А. Н. Скачков, С. Л. Самошкин, А. А. Юхневский // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты : тезисы докладов VIII Международной научно-технической конференции / Петербургский гос. ун-т путей сообщения. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 81–84.
8. **Комплексные испытания вагона RIC модели 61-4476** / С. Д. Коршунов, А. Н. Скачков, С. Л. Самошкин, А. А. Юхневский // Железные дороги мира. – 2014. – № 4. – С. 30–35.
9. **Повышение безопасности пассажирских перевозок на вагонах нового поколения габарита «РИЦ»** / М. А. Юхневский, А. А. Полестеров, А. О. Мейстер // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: тезисы докладов VIII Международной научно-технической конференции / Петербургский гос. ун-т путей сообщения. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 86–88.
10. **Прочностные испытания кузова пассажирского вагона колеи 1435 мм** / С. Д. Коршунов, А. Н. Скачков, А. Г. Удельнов, О. Б. Рубейкин // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты : материалы XII Международной научно-технической конференции / Петербургский гос. ун-т путей сообщения. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 85–87.
11. **Разработка методики прочностных статических испытаний железнодорожного подвижного состава по европейским нормам** / С. Д. Коршунов, А. Г. Удельнов, А. С. Щеглов // Ростовский государственный университет путей сообщения. – 2019. – № 4 (49). – С. 62–65.
12. **Оценка конструктивных решений на основе расчетно-экспериментальных исследований несущей способности кузова пассажирского вагона колеи 1435 мм** / А. Н. Скачков, С. Л. Самошкин, С. Д. Коршунов [и др.] // Тяжелое машиностроение. – 2018. – № 1-2. – С. 34–40.

13. **Коршунов, С. Д.** Экспериментальная оценка прочности багажных вагонов нового типа / С. Д. Коршунов, О. Б. Рубейкин, А. А. Ромашов, А. А. Смирнов // Проблемы и перспективы развития вагоностроения : сб. науч. тр. / Брянский государственный технический университет. – Брянск, 2019. – С. 76-79.
1. **Standards for Calculation and Design of New and Updated Cars of Railways with 1520 mm Track (non-self-propelled).** – Moscow: – AURICB-AURIRT, 1983. – pp. 260.
2. **GOST 34093-2017. Passenger Cars of Locomotive Traction.** Requirements to strength and dynamic properties: national standard of the Russian Federation: official publication: implemented by the Order of the Federal Agency for Technical Control and Metrology No. 537-st on June 13, 2017: first put into force: implementation date: 01-01-2018/ developed by Close Corporation Scientific Organization “Tver Institute of Car Building”. – Moscow: Standardinform, 2017. – pp. 45.
3. **GOST 33788-2016. Passenger and Freight Cars.** Methods of tests for strength and dynamic properties: national standard of the Russian Federation: official publication: implemented by the Order of the federal Agency for Technical Control and Metrology No.856-st on July 19, 2016: first implemented: implementation date: 01-05-2017 / developed by Public Corporation “Research Institute of Railway Transport”. – Moscow: Standardinform, 2016. – pp. 41.
4. **Procedure for calculation-experimental body researches of modern rolling stock** / A.N. Skachkov, S.D. Korshunov, S.L. Samoshkin [et al.] // Proceedings of Saint Petersburg University of Railway Communications. – 2015. – No.4. – pp. 38-47.
5. **GOST R 55182-2012. Passenger Cars of Locomotive Traction.** General technical requirements: national standard of the Russian Federation: official publication approved and implemented by the Order of the Federal Agency for Technical Control and Metrology No. 1161-st on November 26, 2012: republication: republication date: Oct. 2019/ developed by Public Corporation “Research Institute of Railway Transport.” – Moscow: Standardinform, 2012. – pp. 27.
6. **DIN EN 12663-1. Rail Transport – Requirements to Strength of Rolling Stock Bodies – Part I: Locomotives and Passenger Cars (and alternative technologies for freight cars).** – Brussels: European Committee on Standardization, 2010. – pp. 39.
7. **Complex Tests of International Car of RIC Dimension and Model 61-4476** / S.D. Korshunov, A.N. Skachkov, S.L. Samoshkin, A.A. Yukhnevsky // Rolling Stock of the XXI-st Century: Ideas, Requirements, Projects: Proceedings of the VIII-th Inter. Scientif.-Tech. Conf. / Petersburg State University of Railway Communications. – Saint-Petersburg, 2013. – pp. 81-84.
8. **Complex Tests of RIC Car Model 61-4476** / S.D. Korshunov, A.N. Skachkov, S.L. Samoshkin, A.A. Yukhnevsky // World Railways. – 2014. – No.4. – pp. 30-35.
9. **Passenger Transportation Safety Increase in Cars of New Generation with “RIC” Dimension** / M.A. Yukhnevsky, A.A. Polesterov, A.O. Meister // Rolling Stock of the XXI-st Century: Ideas, Requirements, Projects: Proceedings of the VIII-th Inter. Scientif.-Tech. Conf. / Petersburg State University of Railway Communications. – Saint-Petersburg, 2013. – pp. 86-88.
10. **Body strength tests of passenger car with track of 1435 mm** / S.L. Korshunov, A.N. Skachkov, A.G. Udelnov, O.B. Rubeikin // Rolling Stock of the XXI-st Century: Ideas, Requirements, Projects: Proceedings of the XII-th Inter. Scientif.-Tech. Conf. / Petersburg State University of Railway Communications. – Saint-Petersburg, 2017. – pp. 85-87.
11. **Development of procedure for static strength tests of rolling stock based on European standards** / S.D. Korshunov, A.G. Udelnov, A.S. Shcheglov // Rostov State University of Railway Communications. – 2019. – No.4 (49). – pp. 62-65.
12. **Assessment of design solutions based on computation-experimental researches of body carrying capacity of passenger car with track of 1435 mm** / A.N. Skachkov, S.L. Samoshkin, S.D. Korshunov [et al.] // Heavy Engineering Industry. – 2018. – No.1-2. – pp. 34-40.
13. **Korshunov, S.D.** Strength experimental estimate of baggage cars of new type / S.D. Korshunov, O.B. Rubeikin, A.A. Romashov, A.A. Smirnov // Problems and Outlooks of Car Building Development: Proceedings / Bryansk State Technical University. – Bryansk, 2019. – pp. 76-79.
14. **Skachkov, A.N.** Development of domestic methodical and experimental basis for estimation of passenger car correspondence to European Standard Basis / A.N. Skachkov, S.D. Korshunov, D.I. Goncharov, S.L. Samoshkin // Proceedings of Rostov State University of Railway Communications. – 2020. – No.1 (50). – pp. 89-91.

Ссылка для цитирования:

Коршунов, С.Д. Создание экспериментальной и методической базы для оценки соответствия прочности отечественных кузовов пассажирских вагонов европейской нормативной базе / С.Д. Коршунов, А.Н. Скачков, С. Л. Самошкин, А.А. Смирнов, Д.И. Гончаров // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2021. - № 8. – С. 67 - 76. DOI: 10.30987/1999-8775-2021-8-67-76.

Статья поступила в редакцию 10.06.21.

Рецензент: к.т.н., доцент Брянского государственного технического университета
Антипин Д.Я.,

член редсовета журнала «Вестник БГТУ».

Статья принята к публикации 26.07.21.

Сведения об авторах:

Коршунов Сергей Дмитриевич, к.т.н., зав. лабораторией «Динамика-прочностных испытаний вагонов» АО «Научная организация «Тверской институт вагоностроения», тел.: (4822) 55-93-07.

Скачков Александр Николаевич, к.т.н., зам. ген. директора АО «Научная организация «Тверской институт вагоностроения», тел.: (4822) 55-54-32.

Самошкин Сергей Львович, д.т.н., нач. управления АО «Научная организация «Тверской институт вагоностроения», тел.: (4822) 55-93-07.

Korshunov Sergey Dmitrievich, Can. Sc. Tech., Head of the Lab. “Dynamic-strength Tests of Cars, PC “Scientific Organization “Tver Institute of Car Building”, phone: (4822) 55-93-07.

Skachkov Alexander Nikolaevich, Can. Sc. Tech., Deputy-Director of PC “Scientific Organization “Tver Institute of Car Building”, phone: (4822) 55-54-32.

Samoshkin Sergey Lvovich, Dr. Sc. Tech., Chief of the Department, PC “Scientific Organization “Tver Institute of Car Building”, phone: (4822) 55-93-07.

Смирнов Александр Андреевич, инженер II категории лаборатории «Динамика-прочностных испытаний вагонов» АО «Научная организация «Тверской институт вагоностроения», тел.: (4822) 55-93-07.

Гончаров Дмитрий Игоревич, к.т.н., зав. лабораторией «Кузовов, внутреннего оборудования пассажирских вагонов и САПР» АО «Научная организация «Тверской институт вагоностроения», тел.: (4822) 55-91-40.

Smirnov Alexander Andreevich, Engineer of the 2-nd category of the Lab. “Dynamic-strength Tests of Cars, PC “Scientific Organization “Tver Institute of Car Building”, phone: (4822) 55-93-07.

Goncharov Dmitry Igorevich, Can. Sc. Tech., Head of the Lab. “Bodies, Inner Equipment of Passenger Cars and CAD”, PC “Scientific Organization “Tver Institute of Car Building”, phone: (4822) 55-91-40.