

В точке соответствующей  $0^\circ$ , контролируется освещенность, далее делается замер в двух точках описанных выше, и производится расчёт по формуле (1), сравниваем полученные значения силы света в двух точках с оптической осью излучения светового прибора. Для проходного результата полученные значения силы света должны быть не менее чем в два раза меньше значения силы света в точке, соответствующей  $0^\circ$ .

В результате проведенных испытаний установлено, что обновленные светосигнальные приборы обеспечивают требуемую силу света и угол излучения и соответствуют требованиям стандарта [1].

#### Список литературы

1 ГОСТ Р 55434–2013. Электропоезда. Общие технические условия. – Введ. 2013–21–5. – М. : Стандартинформ, 2014. – 69 с.

УДК 629.454.2

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНОГО ПРОБЕГА ВАГОНА МОДЕЛИ 61-4514.01 НА ПУТЯХ ЕГИПЕТСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

*К. П. ГУРЬЯНОВ, Е. В. СОРОКИНА, В. А. ГРИБИН*  
*АО НО «Тверской институт вагоностроения», Российская Федерация*

В 2017 году Российско-венгерский консорциум «Трансмашхолдинг Венгрия Кфт.» и Египетские национальные железные дороги (ЕНЖД) подписали договор о поставке 1,3 тыс. пассажирских вагонов с местами для сидения.

Условия договора предусматривают поставку вагонов 5 типов:

- 3-й класс, с принудительной вентиляцией – 800 единиц;
- 3-й класс, с кондиционированием – 200 единиц;
- 2-й класс, с кондиционированием – 180 единиц;
- 1-й класс, с кондиционированием – 90 единиц;
- 2-й класс, с кондиционированием и буфетом – 30 единиц.

В соответствии с договором ОАО «Тверской вагоностроительный завод» (ОАО «ТВЗ») изготовлены вагоны 3-го класса с принудительной вентиляцией.

Для всестороннего и полного исследования вагона модели 61-4514.01 были проведены испытания, которые включали в себя: прочностные испытания тележки (рамы и бруса); определение статической прочности кузова в соответствии с EN 12663 (UIC 566 и UIC 567); проверку наличия, расположения, размеров и цвета знаков и надписей; замер расположения сидений; проверку работоспособности системы вентиляции воздуха и работоспособности внутреннего оборудования; испытания прочности багажной полки; контроль строительного очертания габарита; проверку электрооборудования, а также туалетов и подачи воды.

Все испытания были выполнены по программам и методикам, разработанным АО НО «Тверской институт вагоностроения» (АО НО «ТИВ») и согласованным с КТИ Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft (Венгрия).

Заключительным этапом испытаний являлся опытный пробег вагона на железнодорожном пути, от состояния которого зависит безопасный проезд подвижного состава в эксплуатации.

В связи с имеющимся опытом проведения испытаний в адрес АО НО «ТИВ» поступило предложение провести контроль состояния железнодорожного пути Египетской национальной железной дороги колеи 1435 мм. Для проведения испытаний в Арабской Республике Египет было решено установить на пассажирский вагон с местами для сидения модели 61-4514.01 производства ОАО «ТВЗ» систему контроля вибраций.

Система вибраций состоит из датчиков ускорения, измерительных кабелей, магнитных креплений, кабеля питания для регистратора, центрального блока. Для бесперебойной работы системы в центральный блок помещен аккумулятор на 75 В.

При проведении испытаний регистрировались следующие показатели:

- вертикальные ускорения на всех брусках вагона;
- продольное ускорение кузова вагона;

- вертикальное ускорение середины кузова вагона;
- вертикальное и поперечное ускорения кузова вагона в зоне пятникового узла обеих тележек;
- скорость и местоположение (широта и долгота) вагона.

Для выполнения этого этапа работ специалистом АО НО «ТИВ» был проведен монтаж системы контроля вибрации на вагоне модели 61-4514.01, зав. № 0001 (рисунки 1, 2).

Крепление датчиков ускорения производилось в магнитные крепления. Для исключения сползания магнитного крепления по плоскости был использован клей. Кабели были проложены по кузову вагона без попадания на подвижные части и без провисаний. Также дополнительно кабели были стянуты пластиковыми хомутами и прикреплены к кронштейнам на днище вагона.



Рисунок 1 – Датчики для контроля вертикальных ускорений



Рисунок 2 – Датчики для контроля продольного, вертикального и поперечного ускорения кузова

Также на крыше вагона были размещены две антенны GSM и антенна GPS.

После установки датчиков и монтажа системы контроля вибрации в ходе опытного пробега вагона осуществлялись сбор и передача данных, а также обработка переданных данных. С помощью антенн GSM передача данных осуществлялась в режиме online по сети Интернет, а с помощью антенны GPS производилось отслеживание перемещения вагона по путям ЕнЖД.

Испытания вагона модели 61-4514.01, зав. № 0001, оснащенного системой контроля вибрации, проводились по маршрутам исследования: Каир – Асуан, Каир – Александрия, Каир – Порт-Саид. Опытный вагон проходил маршрут, по которому в дальнейшем будут следовать составы из серийных вагонов. Для воспроизведения реальных условий в эксплуатации и имитации пассажиров в салоне вагон был загружен специальными грузами. Вагон был в составе с тепловозом ES30ACi серии Light Evolution, который оснащен 12-цилиндровым дизельным двигателем мощностью 3200 л. с. Опытный пробег вагона составил около 75 тысяч километров по дорогам ЕНЖД, при этом скорость движения по железным дорогам Арабской Республики Египет составляла до 120 км/ч.

Во время испытаний производилась непрерывная регистрация данных с частотой дискретизации 1200 Гц (1200 отсчетов в секунду).

Из полученных результатов следует, что показатели плавности хода вагона во всех направлениях (вертикальном, продольном и поперечном) и во всех скоростных диапазонах, а также уровни вибрации вагона во всех направлениях (вертикальном, продольном и поперечном) и во всех частотных и скоростных диапазонах соответствуют нормативным требованиям.

Результаты испытаний показывают, что применение данной системы контроля вибраций является прогрессивным направлением в области исследований железнодорожного подвижного состава.

УДК 629.423; 534.1

## ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ КУЗОВА САМОХОДНОГО ВАГОНА НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Р. В. ГУЧИНСКИЙ*

*ООО «ТМХ Инжиниринг», Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Новые и модернизируемые кузова самоходных вагонов должны удовлетворять требованиям по динамическим качествам, в том числе включающим ограничение первой частоты собственных изгибных колебаний (ПЧСИК). ПЧСИК является важной характеристикой кузова, связанной с вертикальной вибрацией, показателями плавности хода и уровнем комфорта пассажиров. Согласно нормам РФ для пассажирских несамоходных вагонов, вагонов мотор-вагонного подвижного состава и метрополитена она должна быть не менее 8 Гц для полностью оборудованного кузова брутто.

На начальной стадии проектирования до построения конечно-элементной модели кузова может быть полезным предварительный оценочный расчет ПЧСИК кузова. Такой расчет позволяет вовремя принять стратегически важные конструктивные решения и сократить в дальнейшем число испытаний. В нормативных документах РФ для расчета и проектирования пассажирских несамоходных вагонов приведена формула для предварительного расчета ПЧСИК кузова как безопорной балки при равномерно распределенной нагрузке:

$$v = k \frac{\alpha^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} = \frac{3,027}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина кузова, м;  $m$  – масса единицы длины кузова брутто, кг/м;  $I$  – момент инерции среднего сечения кузова, м<sup>4</sup>;  $E$  – модуль Юнга, Па;  $k = 0,85$  – опытный поправочный коэффициент;  $\alpha = 4,73$  – корень частотного уравнения.

Однако из-за большой погрешности, обусловленной различиями в характере деформирования балки постоянного сечения и действительной конструкции кузова вагона, формула (1) не нашла отражения в нормах для самоходных вагонов. В настоящей работе предлагается показать перспективы ее применения для таких вагонов.

Основными отличиями кузова вагона от балки постоянного сечения являются деформирование контура поперечных сечений и сдвиговая податливость боковых стен. Эти факторы обуславливают заметное снижение действительной жесткости кузова на изгиб в сравнении с жесткостью, определяемой по среднему поперечному сечению, что подтверждается сопоставлением вертикальных перемещений при изгибе.

Для оценки влияния каждого фактора на частоту и жесткость рассматривались четыре модели кузова вагона электропоезда в трех исполнениях. Исполнения отличались длиной кузова, базой вагона и расположением дверных и оконных проемов. В основной модели каждого исполнения, максимально приближенной по характеру деформирования к балке постоянного сечения, были устранены основные факторы, связанные с понижением частоты: а) в поперечных сечениях между окнами и в шкворневых сечениях установлены жесткие перегородки; б) оконные и дверные проемы заделаны жесткими мембранами. В следующих двух моделях указанные мероприятия рассматривались отдельно. Для сопоставления также использовалась основная модель кузова (рисунок 1). Во всех случаях были рассчитаны ПЧСИК с помощью модального анализа методом конечных элементов (МКЭ). Для отдельного учета двух факторов бы-