



Рисунок 3 – Вагон-электростанция ВДМА.663500.114-17:

1 – тамбур котлового конца вагона; 2 – туалет; 6 – купе; 8 – дизельная; 10 – косой коридор; 11 – технические помещения; 15 – служебное помещение

В соответствии с регламентом вагоны со всеми установленными на них системами прошли испытания. При испытаниях на прочность определялись напряжения в несущих элементах кузова при статических нормативных нагрузках и соударениях вагона с силой 2,5 МН. При этом эквивалентные напряжения в несущих элементах кузова как при действии статических нагрузок, так и при одновременном воздействии импульсов продольного, вертикального и поперечного ускорений не превышали предел текучести материала. Элементы крепления внутреннего и подвагонного оборудования, расположенного под кузовом, выдержали продольную инерционную нагрузку, соответствующую расчетному значению продольного ускорения 50 м/с². Кроме прочностных, вагоны прошли комплекс электротехнических, противопожарных, эргономических, санитарно-гигиенических и других испытаний.

Инструментальным контролем с использованием поверенного или аттестованного в порядке, регламентированном ГОСТ Р 51672-2000 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения», установлено соответствие всех определяемых при испытаниях вагонов показателей нормативным требованиям и ГОСТ Р 55182-2012 «Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Общие технические требования».

На основании комплекса проведенных испытаний с положительными результатами на вагоны выданы сертификаты соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза.

УДК 625.421

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ КУЗОВОВ ВАГОНОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

*С. Д. КОРШУНОВ, А. С. ЩЕГЛОВ, А. Г. УДЕЛЬНОВ, О. Б. РУБЕЙКИН, Д. В. КРАСИВОВ
ЗАО Научная организация «Тверской институт вагоностроения», Российская Федерация*

Метрополитены крупных городов России эксплуатируют различные модели вагонов, отличающихся как несущими конструкциями, так и оборудованием и планировками. Это обусловлено особенностями существующего парка вагонов, интенсивностью пассажиропотока и другими причинами. Основным разработчиком и изготовителем вагонов метро является открытое акционерное общество «Метровагонмаш» (ОАО «Метровагонмаш») г. Мытищи. Однако в последнее время кузова вагонов метрополитена начало изготавливать открытое акционерное общество «Тверской вагоностроительный завод» (ОАО «ТВЗ»). В связи с постановкой на производство ЗАО НО «ТИВ» были проведены прочностные испытания целого ряда кузовов вагонов метрополитена моделей 81-760, 81-723.1 и 81-766 производства ОАО «ТВЗ», а также моделей 81-714.2 и 81-717.2 производства ОАО «Метровагонмаш» (таблица 1).

Таблица 1 – Основные характеристики опытных образцов

Наименование	Значение			
	81-723.1	81-760	81-714.2 (81-717.2)	81-766
Масса тары кузова/вагона, т, не более	20,8 /34,5	21,4/38,0	18,0/38,0 (19,00/37,44)	25,4/36,0
Максимальная вместимость, пассажиров	330	307	273 (252)	330

Окончание таблицы 1

Наименование	Значение			
	81-723.1	81-760	81-714.2 (81-717.2)	81-766
Максимальная пассажирская нагрузка вагона, т	23,1	21,5	20,00 (18,44)	23,1
Материал основных несущих элементов рамы	09Г2С по ГОСТ 19281	09Г2Д по ГОСТ 19281	09Г2Д по ГОСТ 19281	09Г2Д по ГОСТ 19281
Материал обшивки кузова	12Х18Н10Т по ГОСТ 5582	EN 10088-2- Х6CrNiTi18-10+2В	Сталь 20 по ГОСТ 1055	12Х18Н10Т по ГОСТ 5582

В целом, нормативные требования прочности при различных режимах эксплуатации вагонов метрополитена приведены в [1]. Для проведения испытаний были разработаны и согласованы рабочие программы и методики прочностных испытаний конкретных кузовов, регламентирующие порядок проведения, методы и объемы испытаний, например [3]. Методологически проведение прочностных испытаний кузовов вагонов метрополитена, по схемам приложения нагрузок и основным принципам их реализации, подобно исследованиям прочности кузовов пассажирских вагонов локомотивной тяги. Главным отличием являются величины и способы приложения нормативных испытательных нагрузок [1] (таблица 2), что обусловлено особенностями конструкции и эксплуатационными нагрузками.

Таблица 2 – Испытательные нагрузки

I режим		II режим	
Усилие сжатия	0,4 МН (40 тс)	Усилие сжатия и растяжения	0,12 МН (12 тс)
Усилие сжатия для консольной части кузова	0,5 МН (50 тс)		
Усилие растяжения	0,3 МН (30 тс)		

Испытательные статические нагрузки реализовались в специальном стенде, предназначенном для испытаний вагонов. Каждый вид испытательных нагрузжений повторялся не менее трех раз. Напряженно-деформированное состояние (относительные микродеформации) несущих элементов кузова вагона метро от испытательных нагрузок определялось методом тензометрирования с помощью микропроцессорной многоканальной измерительной системы ММТС-64.01 и тензодатчиков с базой 10–20 мм. Догрузка металлоконструкций кузовов до необходимой массы тара и брутто проводилась мерными грузами. С учетом особенностей сцепных устройств для каждого кузова были спроектированы, рассчитаны и изготовлены переходные силовые приспособления для реализации продольных нормативных нагрузок, необходимость которых обусловлена конструкцией сцепных устройств.

Испытания на соударения проводились на прямолинейном участке железнодорожного пути. Вагон-боек накатывался локомотивом на испытуемый кузов, стоящий в голове заторможенного состава. Испытания опытных образцов кузовов вагонов начинались с соударений небольшими силами ($\approx 0,1$ МН) на малых скоростях ($\approx 0,5 \dots 1$ км/ч), которые постепенно повышаются до величины, соответствующей нормативной силе соударения 0,5 МН. В процессе испытаний измерялась сила удара в сцепку, оборудованную схемами тензорезисторов, для которой предварительно проведены необходимые тарировки. Также регистрировались напряжения в несущей металлоконструкции и креплениях внутреннего и подвагонного оборудования вагона. Дополнительно контролировались продольные, вертикальные и поперечные ускорения на кузове и оборудовании.

Все опытные образцы кузовов вагонов метрополитена успешно прошли испытания нормативными нагрузками. Экспериментальные напряжения, превышающие допускаемые, в металлоконструкциях отсутствуют. Коэффициенты запаса статической прочности основных несущих элементов рам кузовов испытанных вагонов составили не менее 1,2 относительно допускаемых напряжений. Потеря устойчивости основных несущих элементов отсутствовала. Таким образом, можно сделать вывод о соответствии всех вышеуказанных кузовов требованиям нормативных документов [1] и [2].

Список литературы

- 1 Нормы для проектирования, расчета и оценки прочности и динамики механической части вагонов метрополитена колеи 1520 мм. СТО СДС ОПЖТ–05-2010. – М., 2010. – 115 с.
- 2 ГОСТ Р 50850–96 «Вагоны метрополитена. Общие технические условия». Госстандарт России. – М., 1996. – 24 с.
- 3 Кузов вагона метрополитена модели 81-766. Программа-методика квалификационных испытаний 766.00.00.000 ПМ. ЗАО НО «ТИВ». – Тверь, 2017. – 14 с.