ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 55496— 2013**

# МОТОРВАГОННЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

## Методика динамико-прочностных испытаний

**Издание официальное**

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (ОАО «ВНИИЖТ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 45 «Железнодорожный транспорт»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июля 2013 г. № 446-ст

4 Настоящий стандарт может быть применен на добровольной основе для соблюдения требований технических регламентов Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» и «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)*

© Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины и определения . . . . . 1
4 Обозначения . . . . . 3
5 Объекты испытаний . . . . . 4
6 Виды испытаний и определяемые показатели . . . . . 5
7 Методы испытаний . . . . . 6
8 Оформление результатов испытаний . . . . . 6
9 Требования охраны труда . . . . . 7
Приложение А (обязательное) Методика ходовых испытаний моторвагонного подвижного состава и статических испытаний тележки . . . . . 8
Приложение Б (обязательное) Методика определения показателя «Отсутствие касания элементов экипажной части, не предусмотренного конструкторской документацией» . . . . . 14
Приложение В (обязательное) Методика проведения испытаний по определению первой собственной частоты изгибных колебаний кузова в вертикальной плоскости при максимальной загрузке вагона . . . . . 15
Приложение Г (обязательное) Методика стендовых вибрационных испытаний рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания . 17
Приложение Д (обязательное) Методика испытаний на соударение . . . . . 19
Библиография . . . . . 22

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# МОТОРВАГОННЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

## Методика динамико-прочностных испытаний

Motor railway rolling stock. Methodology of dynamic-strength tests

**Дата введения — 2014—03—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на моторвагонный подвижной состав (МВПС), предназначенный для эксплуатации на железнодорожных путях шириной колеи 1520 мм, и устанавливает методику динамико-прочностных испытаний.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.568—97 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 55495—2013 Моторвагонный подвижной состав. Требования к прочности и динамическим качествам

ГОСТ 12.0.004—90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 16504—81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16504, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**Издание официальное**

3.1

**конструкционная скорость (железнодорожного подвижного состава):** Наибольшая скорость движения, заявленная в технической документации на проектирование.

[Технический регламент ТС «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта», статья 2]

3.2 **головной вагон:** Вагон, оборудованный кабиной машиниста.

Примечание — Головной вагон может быть моторным или немоторным.

3.3 **неголовной вагон:** Вагон, не оборудованный кабиной машиниста.

3.4 **моторный вагон:** Вагон, тяговое и тормозное усилие на кузов которого передается посредством механической связи обмоторенной колесной пары с кузовом.

3.5 **немоторный вагон:** Вагон без тягового привода, на кузов которого тяговое усилие передается только через сцепное устройство.

3.6 **площадь, занимаемая стоящими пассажирами:** Площадь вагона, принимаемая для расчета населенности вагона стоящими пассажирами.

3.7 **максимальная населенность вагона:** Число пассажиров в вагоне из расчета числа сидящих пассажиров на всех местах, предназначенных для сидения, включая пассажиров в инвалидных колясках, и стоящих пассажиров на свободной для стояния площади из расчета 7 чел/м$^2$ в случае отсутствия в технической документации на конкретный вид МВПС ограничения числа пассажиров по числу мест для сидения.

3.8 **максимальная загрузка:** Загрузка с учетом максимальной населенности.

3.9 **порожнее состояние вагона (состояние тара):** Полностью оборудованный и экипированный вагон без пассажиров.

3.10 **груженое состояние вагона (состояние брутто):** Полностью оборудованный, экипированный и максимально населенный пассажирами вагон с учетом расчетной массы пассажира.

3.11 **максимальная вертикальная статическая осевая нагрузка ($P_{ст_брутто_ос}$):** Вертикальная сила, действующая от колесной пары вагона в состоянии брутто на рельсы.

3.12 **рамная сила:** Поперечная горизонтальная сила, действующая на колесную пару со стороны подрессоренных масс экипажной части.

3.13 **несущие конструкции:** Конструкции МВПС, воспринимающие эксплуатационные нагрузки.

3.14 **несущий элемент:** Часть конструкции или деталь, воспринимающие эксплуатационные нагрузки.

3.15 **экипажная часть МВПС:** Конструкция, представляющая собой механическую повозку, обеспечивающую движение МВПС по рельсовой колее и предназначенную для установки силового и вспомогательного оборудования, приводов, тормозной системы.

3.16 **промежуточная рама (балка, брусья) второй ступени рессорного подвешивания:** Несущая конструкция, опирающаяся на упругие элементы второй ступени рессорного подвешивания, не имеющая жестких связей с кузовом и служащая для передачи усилий от кузова к раме тележки.

3.17 **ходовые испытания:** Испытания МВПС, проводимые на эксплуатационных магистральных железнодорожных путях с реализацией различных скоростей и режимов движения с целью определения контролируемых показателей.

3.18 **статические испытания тележки:** Испытания тележки, проводимые с целью определения статических напряжений, возникающих в несущих элементах тележки под действием сил тяжести кузова, и реализуемые посредством нагружения тележки весом кузова.

3.19 **стендовые вибрационные испытания:** Испытания, проводимые на стенде с нагружением объекта испытаний статическими силами (при наличии такого нагружения объекта в эксплуатации) и циклически действующими силами на базе 10 млн циклов.

3.20 **испытания на соударение:** Испытания, в которых объект испытаний соударяется с железнодорожным подвижным составом с приложением силы соударения по оси сцепного устройства.

3.21 **регистрация динамического процесса:** Запись на носитель памяти изменяемого во времени физического процесса, возникающего в объекте испытаний при проведении испытаний и измеряемого с помощью измерительного канала, состоящего из первичного преобразователя, установленного на объекте испытаний, вторичного преобразователя и коммутационных линий.

3.22 **измерительная группа:** Группа датчиков (первичных преобразователей), из числа установленных на объекте испытаний и объединенных в группу для одновременной регистрации динамических процессов, измеряемых с помощью них.

Примечание — Измерительные группы могут составляться для отдельных видов испытаний (ходовые испытания, статические испытания тележки весом кузова, испытания на соударение и др.) В отдельных видах испытаний измерительные группы составляются для возможности регистрации процессов во всех установленных датчиках при ограниченном числе измерительных каналов измерительных усилителей.

3.23 **контрольная группа:** Группа датчиков (первичных преобразователей) для одновременной регистрации динамических процессов при ходовых испытаниях в порожнем и груженом состояниях вагона, в состав которой входят датчики для определения динамических показателей МВПС и датчики для определения коэффициентов запаса сопротивления усталости из числа тех, в которых получены наибольшие значения напряжений.

Примечание — Понятие контрольная группа применяется только в случае, если число установленных на объекте испытаний датчиков превышает число измерительных каналов измерительных усилителей. В ходовых испытаниях поездкам с контрольной группой предшествуют поездки с измерительными группами, охватывающими все установленные датчики для определения коэффициентов запаса сопротивления усталости несущих конструкций.

3.24 **непрерывная реализация процесса:** Запись процесса, внутри которой отсутствуют разрывы по времени (нет остановок записи).

3.25 **мерный груз:** Груз с заранее известной массой.

3.26 **план загрузки:** План, представляющий собой схему загрузки вагона мерным грузом для имитации веса (массы) пассажиров.

3.27 **режим тяги:** Движение МВПС с реализацией силы тяги.

3.28 **режим торможения:** Движение МВПС с реализацией сил торможения.

3.29 **режим выбега:** Движение МВПС по инерции при отсутствии сил тяги и торможения.

3.30 **узел рессорного подвешивания:** Упругий элемент рессорного подвешивания (пружинный комплект, пневморессора и др.), предназначенный для смягчения ударов, передаваемых на надрессорное строение экипажной части при прохождении колес по неровностям пути или при неправильной форме колесного бандажа (колеса).

3.31

**база тензорезистора:** Длина активной части чувствительного элемента, определяемая как размер между внутренними краями поперечных участков чувствительного элемента тензорезистора в направлении его главной оси.

Примечание — Для тензорезисторов с чувствительным элементом круговой формы (кольцевой, спиральной) данный термин не применяется.

[ГОСТ 20420—75, пункт 14]

3.32 **экспресс-обработка данных:** Предварительная упрощенная обработка данных, зарегистрированных при ходовых испытаниях, с целью определения контрольной группы.

3.33 **метод «керосиновой пробы»:** Метод неразрушающего контроля для обнаружения на объекте стендовых вибрационных испытаний и при работающем стенде усталостных трещин, заключающийся в нанесении на объект испытаний в зоне предполагаемого возникновения трещины смеси керосина с маслом (в соотношении 3:1) и визуального наблюдения за смесью на предмет обнаружения воздушных пузырьков, образовывающихся при циклическом нагружении объекта испытаний на стенде, которые свидетельствуют о наличии усталостной трещины.

Примечание — Смесь керосина с маслом наносят на объект испытаний кисточкой.

3.34 **штатное сцепное устройство:** Сцепное устройство, предусмотренное конструкторской документацией на вагон.

## 4 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

- $П_{Дгор}$ — показатель горизонтальной динамики;
- $П_{Д1}$ — показатель вертикальной динамики первой ступени рессорного подвешивания;

- $П_{Д2}$ — показатель вертикальной динамики второй ступени рессорного подвешивания;
- $\lambda$ — коэффициент запаса устойчивости против схода колеса с рельса;
- $W_z$ — показатель плавности хода в вертикальном направлении;
- $W_y$ — показатель плавности хода в горизонтальном поперечном направлении;
- $f_{куз}$ — первая собственная частота изгибных колебаний кузова в вертикальной плоскости при максимальной загрузке вагона;
- $n$ — коэффициенты запаса сопротивления усталости конструкций экипажной части, за исключением колесных пар, валов тягового привода, зубчатых колес и пружин рессорного подвешивания;
- $У_р$ — рамная сила;
- $У_р^{дин}$ — динамическая составляющая рамной силы;
- $\Delta y$ — перемещение буксы колесной пары относительно рамы тележки в горизонтальном поперечном направлении;
- $\sigma$ — напряжение (механическое) в элементе конструкции;
- $\sigma_{ст}$ — статические напряжения в элементах тележки от действия силы тяжести кузова;
- $\sigma_{ст}^{куз\ порож}$ — статические напряжения в элементах тележки от действия силы тяжести порожнего кузова;
- $\sigma_{ст}^{куз\ груж}$ — статические напряжения в элементах тележки от действия силы тяжести груженого кузова;
- $P_{z1}$ — вертикальная динамическая сила в узле первой ступени рессорного подвешивания;
- $P_{z2}$ — вертикальная динамическая сила в узле второй ступени рессорного подвешивания;
- $P_{Z1}^{дин}$ — динамическая составляющая вертикальных сил от веса надрессорного строения вагона, приходящаяся на первую ступень рессорного подвешивания;
- $P_{Z2}^{дин}$ — динамическая составляющая вертикальных сил от веса кузова и надрессорных балок, приходящаяся на вторую ступень рессорного подвешивания;
- $V$ — скорость движения испытываемого МВПС;
- $V_к$ — конструкционная скорость испытываемого МВПС;
- $К_з$ — корректирующий коэффициент, используемый при расчете коэффициентов запаса сопротивления усталости $n$;
- $Р_{удара}$ — сила удара в сцепное устройство.

## 5 Объекты испытаний

5.1 Объектами испытаний являются:

- МВПС (электропоезд, дизель-поезд, дизель-электропоезд, рельсовый автобус, электромотриса, автомотриса и т. п.);
- рамы тележек и промежуточные рамы (балки, брусья) второй ступени рессорного подвешивания вагонов МВПС, которые испытывают отдельно от МВПС на стенде для определения показателя «Сопротивление усталости рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания» (см. таблицу 1).

5.2 Испытаниям подлежит один образец объекта испытаний. Образец для испытаний отбирают из числа МВПС, принятых службой технического контроля изготовителя. Образец для проведения испытаний по подтверждению соответствия должен быть отобран в соответствии требованиями технических регламентов ([1] статья 6 (пункты 31, 32, 34) и [2] (статья 6, пункты 34, 35, 37).

5.3 Образец для испытаний принимается на испытания вместе с актом готовности к проведению испытаний, подписанным изготовителем.

5.4 На испытания вместе с образцом для испытаний в аккредитованный испытательный центр (ИЦ) должна быть представлена следующая техническая документация на МВПС и сведения:

- техническое задание (ТЗ) или технические условия (ТУ);
- сборочные чертежи вагонов;
- сборочные чертежи тележек;
- сборочные чертежи кузовов вагонов;
- сборочные чертежи рам кузовов вагонов;
- сборочные чертежи рам тележек;

- сборочные чертежи промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания;
- сборочные чертежи конструкций для передачи сил тяги;
- чертежный профиль поверхности катания колеса;
- весовые ведомости вагонов;
- расчет прочности основных несущих конструкций вагонов (кузовов, рам тележек, промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени подвешивания, съемных кронштейнов крепления тяговых двигателей, гидродемпферов, корпусов букс и др.);
- расчет максимальной населенности вагонов (с указанием размеров свободных площадей для стоящих пассажиров);
- расчет распределения нагрузок на тележки вагона от сил тяжести пассажиров (для вагонов с несимметричным размещением пассажиров относительно поперечной оси вагона);
- расчет коэффициентов конструктивного запаса пружин рессорного подвешивания вагонов;
- расчет собственных частот и форм колебаний кузовов вагонов;
- результаты математического моделирования движения вагонов по пути с неровностями в плане и профиле, соответствующими предполагаемому полигону эксплуатации МВПС;
- сведения о характеристиках вертикальной жесткости ступеней рессорного подвешивания, жесткости горизонтальной поперечной связи рам тележек с колесными парами тележек;
- сведения о величинах нагрузок на ступени рессорного подвешивания вагона в состоянии без пассажиров и при максимальной населенности;
- сведения о координатах центров масс тележек;
- сведения о величинах необрессоренных масс тележек;
- результаты поколесного взвешивания порожних вагонов (в случае, если ИЦ, проводящий испытания, самостоятельно не взвешивает вагоны);
- сведения о материалах, примененных для изготовления несущих конструкций (с указанием нормативного документа, по которому материал изготавливается);
- результаты испытаний по определению корректирующего коэффициента $K_з$ по ГОСТ Р 55495 (для новых прокатных сталей, не применяемых ранее для изготовления сварных несущих конструкций тягового подвижного состава железнодорожного транспорта, предназначенного для эксплуатации на территории Российской Федерации).

Примечание — ИЦ может дополнить и/или сократить список документации, представляемой на испытания, в зависимости от конкретной конструкции МВПС и проводимого вида испытаний (см. раздел 6).

5.5 На ходовые испытания (см. раздел 6), выполняемые в рамках приемочных испытаний, совмещенных приемочных с сертификационными испытаний (см. [1] (статья 6, пункт 24) и [2] (статья 6, пункт 27)), испытаний по подтверждению соответствия после внесения изменений в конструкцию МВПС (см. [1] (статья 4, пункт 11) и [2] (статья 4, пункт 11)), представляют объект испытаний с пробегом не менее 5000 км.

## 6 Виды испытаний и определяемые показатели

Виды испытаний и определяемые при испытаниях показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Виды испытаний и определяемые показатели

| Наименование показателей | Единицы измерения | Вид испытаний, контроля |
|---|---|---|
| **Показатели динамических качеств** | | |
| Показатель горизонтальной динамики ($П_{Дгор}$) | — | Ходовые испытания МВПС (см. приложение А) |
| Показатель вертикальной динамики первой ступени рессорного подвешивания ($П_{Д1}$) | — | Ходовые испытания МВПС (см. приложение А) |
| Показатель вертикальной динамики второй ступени рессорного подвешивания ($П_{Д2}$) | — | Ходовые испытания МВП (см. приложение А) |
| Коэффициент запаса устойчивости против схода колеса с рельса ($\lambda$) | — | Ходовые испытания МВПС (см. приложение А) |

*Окончание таблицы 1*

| Наименование показателей | Единицы измерения | Вид испытаний, контроля |
|---|---|---|
| Показатели плавности хода в вертикальном и горизонтальном поперечном направлениях ($W_z$, $W_y$) | — | Ходовые испытания МВПС (см. приложение А) |
| Отсутствие касания элементов экипажной части, не предусмотренного конструкторской документацией | — | Визуальный контроль (см. приложение Б) |
| Первая собственная частота изгибных колебаний кузова в вертикальной плоскости при максимальной загрузке вагона ($f_{куз}$) | Гц | Испытания по определению первой собственной частоты изгибных колебаний кузова в вертикальной плоскости (см. приложение В) |
| **Показатели прочности** | | |
| Коэффициенты запаса сопротивления усталости конструкций экипажной части, за исключением колесных пар, валов тягового привода, зубчатых колес и пружин рессорного подвешивания ($n$) | — | Ходовые испытания МВПС, статические испытания тележки (см. приложение А) |
| Сопротивление усталости рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания | — | Стендовые вибрационные испытания (см. приложение Г) |
| Прочность кузова порожнего вагона при действии нормативной силы соударения, приложенной по осям сцепных устройств | МПа | Испытания на соударение (см. приложение Д) |

## 7 Методы испытаний

7.1 Методы испытаний приведены в следующих приложениях:

- для ходовых испытаний и статических испытаний тележки — в приложении А;
- для определения показателя «Отсутствие касания элементов экипажной части, не предусмотренного конструкторской документацией» — в приложении Б;
- для испытаний по определению первой собственной частоты колебаний кузова в вертикальной плоскости при максимальной загрузке вагона — в приложении В;
- для стендовых вибрационных испытаний рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания — в приложении Г;
- для испытаний на соударение — в приложении Д.

7.2 Климатические условия проведения испытаний по параметрам температуры окружающего воздуха, относительной влажности воздуха и атмосферного давления должны соответствовать нормальным значениям климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150 (пункт 3.1).

7.3 Испытательное оборудование, используемое для проведения испытаний, должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568. Средства измерений должны иметь свидетельство о поверке и/или знаки поверки в соответствии с требованиями правил [3].

## 8 Оформление результатов испытаний

8.1 Результаты испытаний оформляют в виде протокола испытаний, который должен содержать следующую информацию:

- основание для проведения испытаний (№ договора, дата заключения договора, с кем заключен);
- наименование объекта испытаний и его заводской (бортовой) номер;
- цель испытаний (или на соответствие каким требованиям проведены испытания);
- дата (период) и место проведения испытаний;
- обозначение и/или наименование документа, содержащего методику проведения испытаний;
- перечень средств измерений, испытательного оборудования, использованных для проведения испытаний (наименование, заводской или инвентарный номер, сведения о поверке/аттестации);
- наименования определяемых при испытаниях показателей, нормативные значения (требования) показателей и сведения о документе, содержащем эти значения (требования);

- результаты испытаний с указанием фактических значений показателей, полученных при проведении испытаний, на основании которых выполняют оценку соответствия МВПС нормативным требованиям.

Содержание протокола сертификационных испытаний МВПС должно соответствовать требованиям технических регламентов ([1] (статья 6, пункт 39) и [2] (статья 6, пункт 42)).

8.2 Протокол испытаний, содержащий результаты испытаний по показателю «Сопротивление усталости рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания», дополняют схемой приложения нагрузок с указанием значений приложенных сил, а при возникновении усталостных трещин — сведениями о местах (в виде фотографий или схем расположения трещин), длинах трещин и числе циклов нагружения, при которых трещины были обнаружены.

## 9 Требования охраны труда

Все работы по подготовке и проведению испытаний проводят с соблюдением требований производственной санитарии, правил и инструкций по охране труда и технике безопасности в промышленности и на железнодорожном транспорте.

Работы с использованием средств испытаний проводят с выполнением требований безопасности, указанных в технической документации на них.

Все участники испытаний перед началом испытаний проходят инструктаж по технике безопасности. Порядок и виды обучения, а также организация инструктажа участников испытаний осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

**Приложение А**
**(обязательное)**

# Методика ходовых испытаний моторвагонного подвижного состава и статических испытаний тележки

## А.1 Вагоны, подлежащие испытаниям

А.1.1 Головной вагон

При наличии в составе МВПС двух головных вагонов с различной конструкцией экипажной части (например, головной моторный вагон и головной немоторный вагон) испытаниям подлежат оба головных вагона.

При наличии в составе МВПС двух головных вагонов с одинаковой конструкцией экипажной части и одинаковыми вертикальными статическими нагрузками испытаниям подлежит один головной вагон.

При наличии в составе МВПС двух головных вагонов с одинаковой конструкцией экипажной части, но с разными вертикальными статическими нагрузками (например, межрегиональный электропоезд, в котором один головной вагон — 1-го класса, другой головной вагон — 2-го класса), испытаниям подлежит головной вагон с наибольшей статической нагрузкой.

Для приведенного случая с межрегиональным электропоездом допускается имитация на вагоне 1-го класса статических нагрузок вагона 2-го класса с применением мерного груза с его соответствующим расположением в вагоне.

Примечание — Класс вагона определяют по ТЗ или ТУ.

А.1.2 При наличии в МВПС неголовных вагонов испытаниям подлежат один моторный и один немоторный неголовной вагон. Допускается не испытывать неголовной моторный вагон в случае, если в МВПС имеется головной моторный вагон, а также допускается не испытывать неголовной немоторный вагон, если в МВПС имеется головной немоторный вагон.

А.1.3 Испытания проводят на полностью оборудованных (укомплектованных) вагонах.

А.1.4 Испытания вагонов проводят в составе МВПС.

## А.2 Метод и условия проведения испытаний

А.2.1 Ходовые испытания выполняют в виде поездок испытываемого МВПС на эксплуатационных магистральных путях с выполнением условий по А.2.3 (далее — опытные поездки), в которых с помощью заранее установленных первичных преобразователей (датчиков) регистрируют динамические процессы, необходимые для определения показателей $П_{Дгор}$, $П_{Д1}$, $П_{Д2}$, $\lambda$, $W_z$, $W_y$ и $n$ (см. таблицу 1).

А.2.2 Статические испытания тележки выполняют в виде проведения нескольких циклов нагрузки/разгрузки тележки весом/(от веса) кузова с целью определения статических напряжений в несущих элементах тележки ($\sigma_{ст}$), используемых при расчете показателя $n$.

А.2.3 Ходовые испытания МВПС проводят с выполнением следующих условий:

- на магистральных путях протяженностью не менее 150 км;
- со скоростями движения испытываемого МВПС от $V = 0$ до $V = V_к$;
- на путях с оценкой состояния рельсовой колеи «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично» в соответствии с действующими нормативами [4] при движении испытываемого МВПС со скоростями $V \leq 200$ км/ч;
- на путях с оценкой «хорошо» и «отлично» в соответствии с действующими нормативами [4] при движении испытываемого МВПС со скоростями $V > 200$ км/ч;
- реализации режимов тяги, выбега, торможения при движении в прямых, кривых участках пути и по стрелочным переводам;
- при движении прямым и обратным ходом;

Примечание — Под прямым и обратным ходом понимается движение испытываемого головного вагона соответственно в голове и в хвосте МВПС.

- в порожнем (без пассажиров) состоянии и при максимальной расчетной загрузке вагона (см. А.2.7);
- в климатических условиях по 7.2.

Испытания МВПС с $V_к > 200$ км/ч не проводят на путях с оценкой «удовлетворительно», если в ТЗ или ТУ на МВПС установлено, что его эксплуатация предусматривается только на путях с оценкой «хорошо» или «отлично».

А.2.4 Показатели $П_{Дгор}$, $П_{Д1}$, $П_{Д2}$, $\lambda$, $W_z$ и $W_y$ определяют с учетом требований А.2.4.1—А2.4.5 соответственно.

Регистрацию динамических процессов выполняют с частотой дискретизации не менее 200 Гц.

Определение показателей $П_{Дгор}$, $П_{Д1}$, $П_{Д2}$, $\lambda$, $W_z$, $W_y$ выполняют для порожнего и груженого состояний испытываемых вагонов при движении прямым и обратным ходом.

Для одновагонного МВПС с одинаковой конструкцией тележек допускается для определения показателей $П_{Дгор}$, $П_{Д1}$, $П_{Д2}$, $\lambda$, $W_z$ и $W_y$ (в части контрольных точек кузова, располагаемых над центрами масс тележек) контролировать одну тележку с обязательной реализацией движения прямым и обратным ходами.

А.2.4.1 Показатель $П_{Дгор}$ определяют для следующих колесных пар:

- головной вагон МВПС — первая, вторая и последняя колесные пары (здесь и далее в приложении А указана нумерация колесных пар головного вагона, начиная от кабины машиниста);
- неголовной вагон — колесная пара, ближайшая к испытываемому головному вагону.

Если под неголовным вагоном установлены тележки различной конструкции, то показатель определяют для первой и последней колесных пар вагона.

В ходовых испытаниях для определения показателя $П_{Дгор}$ регистрации подлежит динамический процесс параметра, на основе которого переходят к рамной силе ($У_р$). Таким параметром является перемещение буксы колесной пары относительно рамы тележки в горизонтальном поперечном направлении — $\Delta y$ или напряжение в элементе конструкции экипажной части (например, в колесе колесной пары и др.) — $\sigma$.

Переход от измеряемого параметра $\Delta y$ или $\sigma$ к величине рамной силы $У_р$ выполняют с использованием соответственно зависимости $У_р = f(\Delta y)$ или $У_р = f(\sigma)$. При необходимости определяют такую зависимость (см. А.2.8) или используют данные (расчетные или экспериментальные), представляемые изготовителем.

Датчик для определения рамных сил устанавливают на элементах тележки таким образом, чтобы максимально было исключено влияние на него вертикальных и продольных сил.

А.2.4.2 Показатель $П_{Д1}$ определяют для следующих узлов первой ступени рессорного подвешивания:

- головной вагон — правые и левые узлы первой и последней колесных пар вагона и один (правый или левый) узел второй колесной пары;
- неголовной вагон — правые и левые узлы колесной пары, ближайшей к испытываемому головному вагону.

Если под неголовным вагоном установлены тележки различной конструкции, то показатель определяют для правых и левых узлов первой и последней колесных пар вагона.

В ходовых испытаниях для определения показателя $П_{Д1}$ регистрации подлежит динамический процесс параметра, на основе которого переходят к вертикальной динамической силе в узле первой ступени рессорного подвешивания ($P_{z1}$). Таким параметром является вертикальная деформация узла первой ступени рессорного подвешивания — $\Delta Z_1$ или напряжение в элементе конструкции экипажной части (например, в пружине первой ступени рессорного подвешивания) — $\sigma$.

Переход от измеряемого параметра $\Delta Z_1$ или $\sigma$ к величине силы $P_{z1}$ выполняют с использованием соответственно зависимости $P_{z1} = f(\Delta Z_1)$ или $P_{z1} = f(\sigma)$. При необходимости определяют такую зависимость или используют данные (расчетные или экспериментальные), представляемые изготовителем.

В случае применения параметра $\Delta Z_1$ и для конструкции рессорного подвешивания с линейной характеристикой вертикальной жесткости первой ступени рессорного подвешивания величину $P_{z1}$, Н, определяют по формуле

$$P_{z1} = C_{z1} \cdot \Delta Z_1, \qquad (А.1)$$

где $P_{z1}$ — вертикальная динамическая сила в узле первой ступени рессорного подвешивания, Н;

$C_{z1}$ — вертикальная жесткость узла первой ступени рессорного подвешивания, Н/мм;

$\Delta Z_1$ — вертикальная деформация узла первой ступени рессорного подвешивания, мм.

За величину $C_{z1}$ принимают номинальное значение жесткости, представляемое изготовителем.

Датчик для определения показателя $П_{Д1}$ устанавливают на элементах тележки таким образом, чтобы максимально было исключено влияние на него горизонтальных сил.

А.2.4.3 Показатель $П_{Д2}$ определяют для следующих узлов второй ступени рессорного подвешивания:

- головной вагон — правые и левые узлы передней и задней тележки;
- неголовной вагон — правый и левый узлы тележки, ближайшей к испытываемому головному вагону.

Если под неголовным вагоном установлены тележки различной конструкции, то показатель $П_{Д2}$ определяют для правых и левых узлов всех тележек вагона.

В ходовых испытаниях для определения показателя $П_{Д2}$ регистрации подлежит динамический процесс параметра, на основе которого переходят к вертикальной динамической силе в узле второй ступени рессорного подвешивания ($P_{z2}$). Таким параметром является вертикальная деформация узла второй ступени рессорного подвешивания — $\Delta Z_2$ или напряжение в элементе конструкции экипажной части (например, в пружине второй ступени рессорного подвешивания и др.) — $\sigma$.

Переход от измеряемого параметра $Z_2$ или $\sigma$ к величине силы $P_{z2}$ выполняют с использованием соответственно зависимости $P_{z2} = f(\Delta Z_2)$ или $P_{z2} = f(\sigma)$. При необходимости определяют такую зависимость или используют данные (расчетные или экспериментальные), представляемые изготовителем.

В случае применения параметра $\Delta Z_2$ и для конструкции рессорного подвешивания с линейной характеристикой вертикальной жесткости второй ступени рессорного подвешивания величину $P_{z2}$, Н, определяют по формуле

$$P_{z2} = C_{z2} \cdot \Delta Z_2, \quad (A.2)$$

где $P_{z2}$ — вертикальная динамическая сила в узле второй ступени рессорного подвешивания, Н;

$C_{z2}$ — вертикальная жесткость узла второй ступени рессорного подвешивания, Н/мм;

$Z_2$ — вертикальная деформация узла второй ступени рессорного подвешивания, мм.

За величину $C_{z2}$ принимают номинальное значение жесткости, представляемое изготовителем.

Датчик для определения показателя $П_{Д2}$ устанавливают на элементах экипажной части таким образом, чтобы максимально было исключено влияние на него горизонтальных сил.

А.2.4.4 Показатель $\lambda$ определяют для следующих колесных пар:

- головной вагон МВПС — первая и последняя колесные пары;
- неголовной вагон — колесная пара, ближайшая к испытываемому головному вагону.

Если под неголовным вагоном установлены тележки различной конструкции, то показатель определяют для первой и последней колесных пар вагона.

В ходовых испытаниях, с целью определения показателя $\lambda$ регистрации для контролируемой колесной пары подлежат динамические процессы рамной силы (см. А.2.4.1) и вертикальные динамические силы в правом и левом узлах первой ступени рессорного подвешивания (см. А.2.4.2).

А.2.4.5 Показатели $W_z$ и $W_y$ определяют для контрольных точек кузова, располагаемых на продольной оси вагона внутри кузова на полу.

В головном вагоне контрольными точками являются:

- кабина машиниста (только головная по ходу движения);
- середина салона;
- кузов над центрами масс тележек.

В кабине машиниста контрольная точка располагается между креслами машиниста и помощника машиниста. Если головной вагон не имеет пассажирского салона, то контрольной точкой является только головная по ходу движения кабина машиниста.

В неголовном вагоне контрольными точками являются:

- середина салона;
- кузов над центрами масс тележек.

Если под неголовным вагоном установлены тележки одинаковой конструкции, то показатели $W_z$ и $W_y$ определяют в середине салона и над одной тележкой, которая является ближайшей к испытываемому головному вагону.

В ходовых испытаниях для определения показателей $W_z$ и $W_y$ регистрации подлежат динамические процессы ускорений. Для этого в контрольных точках кузова устанавливают акселерометры (датчики ускорений, вибропреобразователи и т. п.), ориентированные вертикально для определения показателя $W_z$ и горизонтально-поперечно для показателя $W_y$.

А.2.5 Показатель $n$ определяют для несущих элементов тележки, кузова и элементов связи кузова с тележками методом тензометрирования. Показатель $n$ определяют для порожнего и груженого состояний вагонов, подлежащих испытаниям.

Тензометрированию подлежат наиболее напряженные места конструкций, расположение которых определяют по результатам расчетов прочности, представляемым в ИЦ изготовителем, а также из опыта ИЦ.

В зонах концентрации напряжений, характеризуемых резким изменением напряжений (сварные швы, выточки, переходы с радиусом до 50 мм), устанавливают тензорезисторы с базой 5 мм, в других зонах — тензорезисторы с базой 10 мм или 20 мм.

При тензометрировании зон сварного соединения деталей тензорезисторы с базой 5 мм устанавливают частично на деталь и частично на сварной шов таким образом, чтобы центр (поперечная ось) тензорезистора совпадала с границей сварного шва.

В ходовых испытаниях регистрации подлежат динамические процессы деформаций в элементах конструкций, оборудованных тензорезисторами. Регистрацию динамических процессов выполняют с частотой дискретизации не менее 400 Гц.

А.2.6 Определение фактических значений показателей $П_{Дгор}$, $П_{Д1}$, $П_{Д2}$, $\lambda$ и $n$ выполняют на основании опытных данных, зарегистрированных при движении МВПС с различными скоростями от $V = 0$ до $V = V_к$.

Определение показателей плавности хода $W_z$ и $W_y$ проводят для скоростей движения от половины конструкционной скорости до конструкционной скорости с шагом от 10 до 20 км/ч (25 км/ч, если конструкционная скорость свыше 200 км/ч).

А.2.7 Загрузку вагона пассажирами имитируют с помощью мерных грузов, располагаемых в вагоне в соответствии с планом загрузки. В качестве мерных грузов используют металлические грузы, мешки с песком и др.

Планы загрузки составляют с учетом информации о максимальной населенности вагонов пассажирами, указанной в ТЗ или в ТУ на МВПС. Для МВПС, предусматривающего в вагонах размещение сидящих и стоящих пассажиров, планы загрузки составляют на основании расчета максимальной населенности вагонов пассажирами (с указанием расчетных значений площадей, свободных для стояния пассажиров), представляемого в ИЦ изго-

товителем. В случае, если ТЗ или ТУ указано, что число пассажиров ограничивается числом мест для сидения (т. е. предусмотрено размещение в вагонах только сидящих пассажиров), то в плане загрузки мерные грузы располагают максимально приближенными к креслам/диванам или на креслах/диванах.

При составлении плана загрузки для МВПС, предусматривающего в вагонах размещение сидящих и стоящих пассажиров, учитывают необходимость обеспечения прохода локомотивной бригады, бригады технического сопровождения (от изготовителя) вдоль всего состава испытываемого МВПС (от одной кабины машиниста до другой), а также необходимость открытия электрических шкафов.

Для вагонов МВПС, эксплуатация которых предусмотрена только с сидящими пассажирами, допускается не составлять планы загрузки, а при загрузке в вагон мерного груза руководствоваться вышеизложенным.

А.2.8 Для построения зависимости $У_р = f(\Delta y)$ или $У_р = f(\sigma)$ (см. А.2.4.1) к определенной части конструкции тележки прикладывают боковую (поперечную) нагрузку и одновременно выполняют регистрацию процессов изменения величин этой нагрузки (с помощью датчика силы) и величин $\Delta y$ или $\sigma$ (с помощью датчика деформаций или др.). Максимальное значение прикладываемой боковой нагрузки не должно превышать 30 % от $P_{ст_брутто_ос}$ (из расчета на одну ось). Циклы приложения к тележке боковой нагрузки повторяют три раза. За зависимость $У_р = f(\Delta y)$ или $У_р = f(\sigma)$, используемую для определения рамных сил, принимают зависимость, полученную на основании средних арифметических значений экспериментальных данных трех циклов нагружения тележки.

Конкретный порядок нагружения тележки с целью определения зависимости $У_р = f(\Delta y)$ или $У_р = f(\sigma)$ зависит от средств испытаний ИЦ.

А.2.9 Статические испытания тележки проводят нагружением тележки весом порожнего (без пассажиров) кузова. Для проведения статических испытаний необходимо наличие оборудования для разгрузки тележки от веса кузова (например, домкраты, скато-опускное устройство). Испытания проводят с целью определения для несущих элементов тележки величин статических напряжений $\sigma_{ст}^{куз_порож}$ и $\sigma_{ст}^{куз_груж}$, используемых при расчете показателя $n$ соответственно для порожнего и груженого состояний вагона МВПС.

Циклы нагрузки-разгрузки тележки весом порожнего кузова повторяют три раза с регистрацией напряжений $\sigma_{ст}^{куз_порож}$ в измерительных точках (тензорезисторах). За величину определяемого при испытаниях напряжения $\sigma_{ст}^{куз_порож}$ принимают среднее арифметическое значение из трех измеренных.

Напряжения в измерительных точках тележки от силы тяжести груженого кузова $\sigma_{ст}^{куз_груж}$, МПа, определяют по формуле

$$\sigma_{ст}^{куз_груж} = \sigma_{ст}^{куз_порож} \times \frac{(M_{куз_порож} + M_{пассаж_тел})}{M_{куз_порож}}, \quad (А.4)$$

где $\sigma_{ст}^{куз_груж}$ и $\sigma_{ст}^{куз_порож}$ — статические напряжения в элементах тележки от действия силы тяжести груженого и порожнего кузова соответственно, МПа;

$M_{куз_порож}$ — масса порожнего кузова, приходящаяся на тележку и определяемая по результатам поколесного взвешивания порожнего вагона и с использованием чертежных масс тележек, кг;

$M_{пассаж_тел}$ — масса пассажиров, приходящаяся на тележку и определяемая из расчета распределения веса пассажиров по тележкам вагона, представляемого изготовителем, кг.

При необходимости, вызванной порядком организации проведения испытаний, и по согласованию с изготовителем МВПС статические испытания тележек проводят при их нагружении силой тяжести (весом) груженого кузова. В этом случае напряжения $\sigma_{ст}^{куз_порож}$, МПа, вычисляют для порожнего состояния кузова по формуле

$$\sigma_{ст}^{куз_порож} = \sigma_{ст}^{куз_груж} \times \frac{M_{куз_порож}}{(M_{куз_порож} + M_{пассаж_тел})}. \quad (А.5)$$

А.2.10 Для проведения ходовых испытаний МВПС и статических испытаний тележек изготовитель должен обеспечить:

- доступ к несущим элементам тележек, кузова, связей кузова с тележками для установки на них тензорезисторов и коммутационных линий (для определения показателя $n$), для чего необходима выкатка тележек из-под кузова и демонтаж других сборочных единиц тележек и кузова (с последующим монтажом по окончании установки тензорезисторов);

- возможность коммутации измерительных схем, установленных на тележках и под кузовом, с измерительной аппаратурой, размещаемой в вагонах при проведении ходовых испытаний;

- электропитание измерительной и регистрирующей аппаратуры при проведении ходовых испытаний.

### А.3 Средства испытаний

А.3.1 Для определения показателей $П_{Дгор}$, $П_{Д1}$, $П_{Д2}$, $\lambda$, $W_z$, $W_y$ и $n$ применяют средства измерений, указанные в таблице А.1.

Применяемые средства измерений должны соответствовать 7.3.

Таблица А.1 — Средства измерений, используемые для проведения ходовых испытаний МВПС и статических испытаний тележки

| Условное обозначение показателя | Средства измерений | |
|---|---|---|
| | первичный преобразователь | вторичный преобразователь |
| $П_{Дгор}$ | датчики деформаций, датчики относительных перемещений и др. (датчик силы — в случае определения зависимости $У_р = f(\Delta y)$ или $У_р = f(\sigma)$) | измерительный усилитель |
| $П_{Д1}$ | | |
| $П_{Д2}$ | | |
| $\lambda$ | | |
| $W_z$, $W_y$ | акселерометры (датчики ускорений, вибропреобразователи и др.) | |
| $n$ | датчики деформаций (тензорезисторы) | |
| Примечание — Для статических испытаний тележки используют датчики деформаций (тензорезисторы) и измерительный усилитель. | | |

А.3.2 Измерительный канал, состоящий из первичного и вторичного преобразователей и коммутационных линий, должен иметь погрешность измерения не более 10 %.

А.3.3 Регистрацию динамических процессов выполняют с помощью персонального компьютера.

### А.4 Порядок проведения испытаний

А.4.1 Для определения показателей $П_{Дгор}$, $П_{Д1}$, $П_{Д2}$, $\lambda$ выполняют следующее:

- проводят анализ конструкторской документации на МВПС с целью определения мест установки датчиков;
- при необходимости разрабатывают и изготавливают специальные приспособления для крепления датчиков к элементам конструкции экипажной части;
- устанавливают датчики, выполняют монтаж коммутационных линий;
- при необходимости определяют зависимость $У_р = f(\Delta y)$ или $У_р = (\sigma)$ (см. А.2.4.1 и А.2.8).

Датчики для определения показателей $W_z$ и $W_y$ (см. А.2.4.5) могут быть установлены непосредственно перед опытной поездкой.

А.4.2 Для определения показателя $n$ (см. А.2.5) предварительно поднимают кузов, выкатывают тележки и, при необходимости, демонтируют детали, сборочные единицы тележки, кузова для обеспечения доступа к несущим элементам с целью установки на них тензорезисторов. Устанавливают тензорезисторы, нумеруют их, выполняют монтаж коммутационных линий, документируют места установки тензорезисторов (в виде фотографий, эскизов и др.), защищают тензорезисторы от механических повреждений и атмосферных воздействий. Конкретный объем и порядок работ по подготовке к тензометрированию зависит от применяемых в ИЦ средств испытаний. По окончании установки тензорезисторов и коммутационных линий выполняют монтаж ранее демонтированных деталей, сборочных единиц тележки, кузова. Объем монтажа определяют с учетом необходимости проведения статических испытаний тележки. Для проведения статических испытаний состояние связей кузова с тележкой должно быть таким, чтобы была возможность полностью разгрузить тележку от веса кузова.

Выполняют статические испытания тележки (см. А.2.9), по окончании которых проводят полный монтаж связей кузова с тележками (силами изготовителя).

Примечание — Допускается проведение статических испытаний после ходовых испытаний.

Оборудование объекта испытаний тензорезисторами проводят в ИЦ или по двухстороннему согласованию ИЦ с изготовителем МВПС на территории изготовителя.

А.4.3 Для ходовых испытаний в вагоне МВПС организуют рабочее место для регистрации динамических процессов. При необходимости в салоне вагона демонтируют один или несколько пассажирских диванов/кресел, устанавливают и закрепляют стол, на котором размещают измерительную, регистрирующую и прочую аппаратуру. Выполняют полную коммутацию измерительных каналов с фиксацией в журнале оборудования расстановки датчиков (измерительных точек) по каналам усилителя. Проводят проверку коммутации и балансировки измерительных каналов.

Примечание — Форма журнала оборудования не регламентируется.

А.4.4 В случае, если общее число измерительных точек (датчиков) превышает число имеющихся в распоряжении измерительных каналов, составляют измерительные группы.

В таком случае ходовые испытания выполняют в два этапа. На первом этапе проводят поездки с измерительными группами на путях протяженностью не менее 40 км и при определенном состоянии загрузки ваго-

на — груженом или порожнем (рекомендуется начинать с груженого состояния). После поездок с измерительными группами проводят экспресс-обработку данных с целью определения контрольной группы. В контрольную группу включают датчики, необходимые для определения показателей ($У_р^{дин}$ /$Р_{ст_брутто_ос}$), $К_Д^1$, $К_Д^2$, $\lambda$, $W_z$, $W_y$ и измерительные точки (тензорезисторы) с наибольшим из зарегистрированных на первом этапе ходовых испытаний уровнем динамических напряжений (для определения показателя $n$). В контрольную группу также включают тензорезисторы, в которых зафиксированы наибольшие уровни статических напряжений.

На втором этапе ходовых испытаний проводят поездки с контрольной группой и для двух состояний загрузки вагонов (порожнее и груженое) на магистральных эксплуатационных путях протяженностью не менее 150 км.

А.4.5 Проводят опытные поездки в количестве, необходимом для определения всех требуемых показателей, и с учетом А.4.4.

При планировании числа поездок предусматривают резервные поездки на случай всякого рода отказов (например, отказ электропитания аппаратуры, сбой графика движения и др.).

При выборе участка испытаний руководствуются А.2.3.

А.4.6 Для смены состояния загрузки вагона выполняют загрузку/выгрузку мерного груза. Загрузку выполняют с учетом А.2.7.

А.4.7 Для каждой поездки заводят журнал испытаний, содержащий следующую информацию:

- наименование объекта испытаний;
- дата испытаний, состояние загрузки, номер или наименование измерительной группы, наименование участка пути;
- частота дискретизации динамических процессов;
- параметры движения для каждой непрерывной реализации — скорость движения, режим движения (тяга, выбег, торможение и т. д.), характеристика участка пути (прямой участок пути, кривая, движение по стрелочному переводу, наименование проезжаемых станций/платформ).

Скорость движения, режим движения определяют по показаниям штатных приборов, установленных в кабине машиниста.

В зависимости от имеющихся средств испытаний и возможностей, представляемых изготовителем (например, возможность подключения к системе управления поезда), допускается другая организация регистрации параметров движения.

А.4.8 Для каждой измерительной группы должны быть реализованы следующие режимы и скорости движения:

- движение прямым и обратным ходом;
- обязательная реализация конструкционной скорости МВПС;
- трогание с места и разгон до конструкционной скорости (по возможности на прямом участке пути) с непрерывной регистрацией процесса;
- полное служебное торможение с применением всех предусмотренных в конструкции МВПС видов торможения;
- движение с установившимися скоростями;
- переходные процессы (например, тяга — сброс тяги — выбег) для различных скоростей движения;
- движение МВПС по прямым участкам пути, кривым и стрелочным переводам.

Происходящие при движении МВПС динамические процессы регистрируют с помощью установленных датчиков в виде непрерывных реализаций.

Регистрацию динамических процессов при движении в кривых проводят непрерывной реализацией, которую начинают на прямом участке пути до входа вагона в кривую (и до входа в переходную кривую) и заканчивают на прямом участке пути после выхода вагона из кривой. При этом длительность записи на прямых участках пути (до и после кривой) должна быть не менее 5 с.

В случае невозможности непрерывной регистрации процесса трогания с места и разгона до конструкционной скорости, допускается дробление записи по скоростям движения.

А.4.9 По окончании испытаний выполняют демонтаж средств испытаний и обработку данных, полученных при проведении испытаний, в соответствии с А.5.

### А.5 Обработка данных

Обработку данных, полученных при проведении испытаний, расчет и определение фактических значений показателей $П_{Дгор}$, $П_{Д1}$, $П_{Д2}$, $\lambda$, $W_z$, $W_y$ и $n$ выполняют в соответствии с ГОСТ Р 55495 (подраздел 6.2 — для показателей динамических качеств, 8.2.2 или 8.2.3 — для показателя $n$).

По окончании обработки данных составляют протокол испытаний с учетом требований раздела 8.

**Приложение Б**
**(обязательное)**

## Методика определения показателя «Отсутствие касания элементов экипажной части, не предусмотренного конструкторской документацией»

Б.1 Показатель определяют с помощью визуального контроля вагонов, подлежащих ходовым испытаниям в соответствии с А.1.

Визуальный контроль выполняют на смотровой канаве после опытных поездок МВПС в порожнем (без пассажиров) и груженом (при максимальной загрузке) состояниях контролируемых вагонов.

При визуальном контроле осматривают элементы экипажной части с целью определения отсутствия/наличия касания или следов касания элементов экипажной части, не предусмотренного конструкторской документацией.

Б.2 В случае обнаружения касания и/или следов касания оформляют акт.

**Приложение В**
**(обязательное)**

## Методика проведения испытаний по определению первой собственной частоты изгибных колебаний кузова в вертикальной плоскости при максимальной загрузке вагона

### В.1 Вагоны, подлежащие испытаниям

В.1.1 Головной вагон

При наличии в составе МВПС двух головных вагонов с различной конструкцией кузова или с различными массами вагона в состоянии брутто испытаниям подлежит головной вагон с кузовом, имеющим наименьшее расчетное значение показателя $f_{куз}$.

В.1.2 В МВПС, состоящем из двух головных и одного неголовного вагона, испытаниям подлежат один из головных вагонов (с учетом указанного в В.1.1) и неголовной вагон.

В.1.3 В МВПС, в составе которого имеются несколько типов неголовных вагонов, испытаниям подлежит неголовной вагон с кузовом, имеющим наименьшее расчетное значение показателя $f_{куз}$.

Примечание — Источником расчетных значений показателей $f_{куз}$ для различных вагонов МВПС являются расчеты собственных частот и форм колебаний кузовов, представляемые в ИЦ изготовителем.

### В.2 Метод и условия проведения испытаний

Показатель $f_{куз}$ определяют на основании анализа динамических процессов, зарегистрированных первичными преобразователями, установленными на кузове вагона, при возбуждении собственных изгибных колебаний кузова в вертикальной плоскости. Возбуждение собственных колебаний кузова производят вибрационным или ударным способами, т. е. с использованием вибраторов, с реализацией удара по кузову (например, по типу испытаний на соударение, выполняемого с подпором объекта испытаний), сбросом вагона с клиньев (см. В.4.4) и др.

При применении для возбуждения собственных колебаний кузова сброса вагона с клиньев (см. В.4.4) длина прямого участка пути, на котором проводят испытания, должна быть такой, чтобы по окончании сброса (включая затормаживание) вагон (МВПС) оставался на прямом участке пути.

Испытания по определению показателя $f_{куз}$ проводят на полностью укомплектованном (оборудованном) вагоне после его загрузки мерным грузом, имитирующим вес пассажиров при максимальной населенности.

Испытания проводят в климатических условиях по 7.2.

### В.3 Средства испытаний

Для определения показателя $f_{куз}$ используют следующие средства измерений:

- первичные преобразователи — акселерометры (датчики ускорений, вибропреобразователи и т. п.), датчики деформаций (тензорезисторы), датчики перемещений и др.;
- вторичные преобразователи — усилители измерительные.

Средства измерений должны соответствовать 7.3.

Измерительные каналы, состоящие из первичных и вторичных преобразователей и коммутационных линий, должны обеспечивать погрешность измерений не более 10 %.

Регистрацию динамических процессов выполняют с помощью персонального компьютера.

### В.4 Порядок проведения испытаний

В.4.1 Выполняют загрузку вагона мерным грузом, имитирующим вес пассажиров при максимальной населенности и обслуживающего персонала, в соответствии с планом загрузки (см. А.2.7).

В.4.2 Кузов оборудуют первичными преобразователями, устанавливаемыми с правой и левой сторон кузова по его длине. При наличии тяжелого (массой более 500 кг) подвесного оборудования на нем также устанавливают первичные преобразователи для анализа частот колебаний кузова. Датчики устанавливают непосредственно на несущие элементы кузова (как правило, на элементы рамы кузова). Расстановку датчиков фиксируют в журнале испытаний.

В.4.3 Проводят коммутацию всех составляющих измерительного канала. В журнале испытаний фиксируют расстановку первичных преобразователей по каналам вторичного преобразователя.

В.4.4 В зависимости от применяемого способа возбуждений колебаний кузова в вертикальной плоскости (см. В.2) выполняют соответствующие работы (действия).

При сбросе вагона с клиньев выполняют следующее:

- испытываемый вагон (МВПС) размещают на прямом участке пути;
- под все колеса испытываемого вагона подкладывают специальные металлические клинья;

Примечание — Специальный клин имеет наклонный участок, по которому вагон въезжает на него, и прямой участок, с которого происходит сброс вагона на рельсы, а также реборду, располагаемую на одной стороне клина и предназначенную для его фиксации на рельсе.

- накатывают вагон на клинья с последующим сбросом вагона с клиньев на рельсы;
- после сброса клинья удаляют с пути (выдергивают за шнуры, прикрепленные к клиньям);
- затормаживают вагон (МВПС).

Накатывание вагона на клинья выполняют на скорости не более 3 км/ч.

Примечание — При сбросе вагона с клиньев, предварительно установленных под все колеса вагона, помимо изгибной формы колебаний кузова возбуждаются колебания подпрыгивания кузова на рессорном подвешивании.

В.4.5 Возбуждают собственные колебания кузова с регистрацией динамических процессов, происходящих при этом в кузове, с помощью установленных первичных преобразователей. Регистрацию динамических процессов выполняют с частотой дискретизации не менее 200 Гц.

В.4.6 По окончании испытаний выполняют демонтаж установленных средств испытаний.

В.4.7 Выполняют обработку данных, полученных в результате испытаний, в соответствии с В.5.

### В.5 Обработка данных

Для определения показателя $f_{куз}$ проводят анализ зарегистрированных динамических процессов.

Фактическое значение показателя $f_{куз}$ определяют путем построения спектральных плотностей зарегистрированных динамических процессов или путем подсчета количества периодов колебаний в определенный период времени. За искомую частоту кузова принимают низшую частоту первой формы изгибных колебаний кузова в вертикальном направлении.

По окончании обработки данных оформляют протокол испытаний в соответствии с 8.1.

**Приложение Г**
**(обязательное)**

## Методика стендовых вибрационных испытаний рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания

### Г.1 Объекты испытаний

Объектами стендовых вибрационных испытаний являются рамы тележек и промежуточные рамы (балки, брусья) второй ступени рессорного подвешивания моторных и немоторных тележек МВПС. Испытаниям подвергают один образец каждого объекта (испытываемой конструкции).

В случае, если в МВПС применяют рамы тележек, промежуточные рамы (балки, брусья), изготовленные разными предприятиями, испытаниям подлежат конструкции всех изготовителей.

### Г.2 Метод и условия проведения испытаний

Г.2.1 Для определения показателя сопротивления усталости рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания проводят стендовые вибрационные испытания на базе 10 млн циклов нагружения.

Г.2.2 К объекту испытаний, установленному на стенде, прикладывают статические и циклические (динамические) нагрузки.

Величины статических нагрузок принимают равными силам тяжести устанавливаемого на объект оборудования, включая кузов при максимальной загрузке вагона, с учетом максимальной экипировки вагона.

Величины основных динамических (циклических) нагрузок — динамических составляющих вертикальных сил от веса надрессорного строения ($P_{Z1}^{дин}$ — для рамы тележки; $P_{Z2}^{дин}$ — для промежуточной рамы (балки, бруса) и динамических составляющих рамных сил ($У_{р}^{дин}$) принимают в соответствии с ГОСТ Р 55495 (таблица 7.1 (примечание) и 8.2.5).

Г.2.3 Для объектов испытаний, нагружаемых в эксплуатации вертикальными силами от веса надрессорного строения и горизонтальными поперечными (рамными) силами, обязательным является одновременное нагружение этими силами.

Г.2.4 Испытания кронштейнов крепления тяговых редукторов, тяговых двигателей, тормозных механизмов и др., являющихся неотъемлемой частью рамы (балки, бруса), допускается проводить отдельно от испытываемой рамы (балки, бруса) как отдельных изделий с воспроизведением закрепления их в раме (в балке, брусе).

Г.2.5 Частота циклического нагружения объектов испытаний на стенде должна быть следующей:

- до 10 Гц — для рам и балок (брусьев);
- до 30 Гц — для кронштейнов, испытываемых отдельно от рамы (балки, бруса) с одновременным контролем сил нагружения и напряжений, возникающих в конструкции в связи с увеличением частоты нагружения свыше 10 Гц, принятой для циклического нагружения рам и балок (брусьев).

Примечание — В последнем случае одновременный контроль сил нагружения и напряжений выполняют только до запуска стенда на заданное число циклов нагружения.

Г.2.6 При проведении испытаний допускается применять для нагружения кронштейнов несимметричный цикл нагружения (с коэффициентом ассиметрии $r > 0$) вместо симметричного. Параметры несимметричного цикла нагружения определяют исходя из принципа эквивалентности циклов по повреждающему воздействию из условия равенства величин коэффициентов запаса сопротивления усталости конструкции при симметричном и несимметричном циклах нагружения.

Примечание — Допущение, описанное в данном пункте, относится как к кронштейнам, испытываемым в составе рамы (балки, бруса), так и к испытываемым отдельно от рамы (балки, бруса). Допущение не относится к кронштейнам, нагружаемым в эксплуатации вертикальными силами от веса надрессорного строения и горизонтальными поперечными (рамными) силами.

Г.2.7 При проведении испытаний контроль за величинами нагрузок выполняют периодически не реже одного раза в 15 мин. Не реже двух раз в сутки выполняют контроль объекта испытаний с целью обнаружения усталостных трещин.

Г.2.8 Для обнаружения усталостной трещины используют метод «керосиновой пробы». Допускается применение других методов неразрушающего контроля, позволяющих обнаружить усталостную трещину (например, магнитопорошковый метод).

Г.2.9 Испытания проводят в климатических условиях по 7.2.

Г.2.10 Образец, прошедший испытания на вибрационном стенде, не может быть использован в дальнейшем для постройки МВПС.

### Г.3 Средства испытаний

Г.3.1 Для проведения испытаний необходимо наличие стенда, способного воспроизводить статическое и циклическое нагружение объекта испытаний в соответствии с Г.2 и схемой нагружения (см. Г.4.1). Стенд должен иметь устройство счета циклов нагружения.

Г.3.2 Стенд для проведения испытаний должен обладать следующими характеристиками:

- максимальная нагрузка, реализуемая в одной точке приложения нагрузки — не ниже требуемой схемой нагружения (см. Г.4.1);
- погрешность воспроизведения заданной силы при динамическом режиме — не более 10 %.

Г.3.3 Для контроля величин нагрузок используют датчики с погрешностью измерения не более 5 %. Могут быть использованы датчики силы, преобразователи (датчики) давления.

Г.3.4 При необходимости контроля напряжений (см. Г.2.5) используют следующие средства измерений:

- датчики деформаций (тензорезисторы);
- усилитель измерительный.

Погрешность измерения измерительного канала деформаций, состоящего из первичного и вторичного преобразователей и коммутационных линий, должна быть не более 10 %.

Регистрацию напряжений выполняют с помощью персонального компьютера.

Г.3.5 Для определения длины усталостной трещины в случае ее возникновения используют средства измерения (штангенциркуль, линейку и др.) с диапазоном измерения в зависимости от длины трещины.

Г.3.6 Для контроля числа циклов нагружения используют устройство цифровой индикации (счетчик импульсов), позволяющее фиксировать текущее число циклов нагружения.

Г.3.7 Применяемые средства измерений и испытательное оборудование должны соответствовать 7.3.

### Г.4 Порядок проведения испытаний

Г.4.1 ИЦ разрабатывает схему нагружения объекта испытаний с указанием точек приложения и величин прикладываемых нагрузок. Величины динамических (циклических) нагрузок принимают с учетом требования Г.2.2.

Г.4.2 Для реализации схемы нагружения разрабатывают и изготавливают необходимую оснастку и приспособления.

Г.4.3 Стенд с установленным объектом испытаний подготавливают к проведению испытаний в соответствии с разработанной схемой нагружения. Выполняют монтаж силовой конструкции стенда и монтаж гидравлической системы стенда.

Г.4.4 В соответствии со схемой нагружения объект нагружают статическими и динамическими силами.

Г.4.5 При необходимости контроля напряжений (см. Г.2.5) и до установки объекта на стенд в наиболее напряженных местах конструкции, определяемых с учетом результатов расчета прочности, выполненного разработчиком МВПС, и собственного опыта ИЦ, устанавливают датчики деформаций с прокладкой коммутационных линий. Не допускается установка датчиков на сварные швы для исключения влияния на результаты испытаний в этих зонах.

После установки объекта в стенд проводят коммутацию датчиков с измерительным усилителем. Нагружают объект в соответствии с Г.4.4 с частотой нагружения циклическими силами до 10 Гц (в зависимости от конструкции стенда) и с регистрацией напряжений. Изменяют частоту нагружения на рабочую (свыше 10 Гц, но не более 30 Гц) и повторно проводят регистрацию напряжений.

Испытания на рабочей частоте можно проводить только в том случае, если величины напряжений, измеренных при циклическом нагружении с частотой до 10 Гц и с рабочей, не изменились.

Г.4.6 Число циклов нагружения определяют по счетчику регистрации циклов нагружения, который перед началом испытаний обнуляют.

Г.4.7 Периодически и не реже одного раза в 15 мин производят визуальный контроль величин нагрузок.

Г.4.8 Не реже двух раз в сутки при работающем стенде выполняют визуальный контроль объекта испытаний с целью поиска усталостных трещин с использованием метода «керосиновой пробы» или других методов неразрушающего контроля (см. Г.2.8).

Зонами предполагаемого возникновения трещин являются зоны сварных соединений деталей (например, зоны приварки накладок, кронштейнов) и резкого изменения геометрических размеров деталей (узлов).

Г.4.9 При возникновении усталостных трещин регистрируют место возникновения трещины (в виде эскиза и/или фотографии), длину трещины и число циклов нагружения, при котором трещина была обнаружена.

Г.4.10 В случае обнаружения усталостной трещины до 10 млн. циклов нагружения по возможности и по согласованию с изготовителем проводят ремонт поврежденных мест, и испытания продолжают до достижения базового числа циклов нагружения с целью определения всех слабых мест конструкции.

Г.4.11 По окончании испытаний проводят демонтаж объекта испытаний со стенда и оформляют протокол испытаний с учетом требований раздела 8.

**Приложение Д**
**(обязательное)**

## Методика испытаний на соударение

### Д.1 Вагоны, подлежащие испытаниям

Д.1.1 Кузов подвергают испытаниям в составе вагона.

Д.1.2 Испытаниям подлежат один образец головного вагона и один образец неголовного (при наличии в МВПС) вагона, ближайшего к головному.

Для МВПС составностью более двух вагонов допускается проведение испытаний кузова только головного вагона в следующем случае:

- головной вагон является моторным;
- конструкция обеих половин кузова неголовного вагона относительно поперечной оси вагона аналогична конструкции задней половины кузова головного вагона;

Примечание — Под конструкцией задней половины кузова головного вагона с одной кабиной машиниста понимается ее часть, начиная от концевой торцевой стенки до середины базы кузова, под передней половиной — ее часть, начиная от лобовой части (со стороны кабины машиниста) до середины базы кузова.

- при проведении испытаний на соударение головного вагона выполняют определение напряженного состояния конструкций передней и задней половин кузова (см. Д.2.14);
- для проведения испытаний на головном вагоне устанавливают самое тяжелое оборудование из всех типов вагонов, комплектующих МВПС, без внесения существенных изменений как в узлы крепления самого оборудования, так и в конструкцию кузова в местах крепления оборудования.

Такой вариант испытания кузова головного вагона должен быть согласован между ИЦ, разработчиком и изготовителем МВПС.

### Д.2 Метод и условия проведения испытаний

Д.2.1 Для проверки прочности кузова порожнего вагона при действии нормативной силы соударения, приложенной по осям сцепных устройств, проводят испытания на соударение. Напряженное состояние кузова определяют методом тензометрирования.

Испытания проводят в климатических условиях по 7.2.

Д.2.2 Кузов представляют на испытания в виде металлоконструкции и с установленным тяжелым (массой 500 кг и более) оборудованием (например, климатическая установка, преобразователь собственных нужд, трансформатор и др.). Допускается представлять на испытания кузов в частично или полностью оборудованном виде в случае, если он испытывался ранее или имеет конструкцию, аналогичную ранее испытанным с положительными результатами испытаний. Решение о виде представления такого кузова на испытания принимает ИЦ исходя из необходимости установки тензорезисторов в наиболее напряженных местах конструкции (см. Д.4.4).

Д.2.3 Для проведения испытаний на соударение изготовитель вместо реального оборудования (например, климатической установки, преобразователя собственных нужд, трансформатора и т. д.) может установить на кузове их макеты. При этом должно быть соблюдено следующее:

- масса и центр масс макета должны соответствовать массе и центру масс имитируемого оборудования;
- макет устанавливается на кузов с использованием штатных узлов крепления имитируемого оборудования.

При применении макетов изготовитель должен представить в ИЦ техническую документацию для установления идентичности макета реальному оборудованию и акты готовности макетов оборудования к испытаниям.

Д.2.4 В случае представления кузова на испытания в виде металлоконструкции или в частично оборудованном виде он должен быть догружен мерным грузом до массы полностью оборудованного кузова. Догрузку выполняет изготовитель с размещением мерных грузов на полу внутри кузова.

Д.2.5 Для проведения испытаний головной вагон может быть представлен без крэш-элементов (при их наличии в конструкции).

Примечание — Крэш-элементы не являются объектом испытаний при проведении испытаний на соударение с целью проверки соответствия требованиям показателя «Прочность кузова порожнего вагона при действии нормативной силы соударения, приложенной по осям сцепных устройств».

Д.2.6 Испытания на соударение проводят на прямом участке железнодорожного пути. Испытания проводят по одной из следующих схем:

- испытываемый вагон (отдельно или в сцепе с другими вагонами МВПС) накатывают на заторможенный состав;
- вагон-боек накатывают на испытываемый вагон, стоящий в голове заторможенного состава.

При применении второй схемы испытываемый вагон должен быть расторможен.

Испытываемый вагон или вагон-боек накатывают с помощью локомотива или скатывают с горки.

Рекомендуемая масса заторможенного состава — не менее 80 т. Увеличение массы заторможенного состава позволяет снизить скорость разгона вагона-бойка. Допускается вместо заторможенного состава применять другие технические средства (например, стенку-упор с установленным сцепным устройством).

Д.2.7 В процессе испытаний измеряют силу удара ($P_{удара}$) в сцепное устройство и напряжения в несущих элементах кузова, оборудованных тензорезисторами.

Д.2.8 Для измерения силы соударения используют штатное сцепное устройство испытываемого вагона, которое перед испытаниями оборудуют датчиками деформаций (тензорезисторами), собранными в тензометрическую схему растяжения-сжатия. При необходимости для схемы предварительно проводят определение зависимости деформаций от действующей на сцепку продольной силы.

Допускается вместо штатного сцепного устройства применять другие при условии, что не будет искажена передача продольного усилия к кузову.

Оборудованное силоизмерительной схемой сцепное устройство может быть установлено как на объект испытаний, так и на соударяемый с ним вагон (например, вагон-боек).

Д.2.9 При наличии конструктивных особенностей вагона, связанных с ограничением прикладываемой к нему продольной силы соударения по продольной оси сцепного устройства (например, максимальная сила сжатия сцепного устройства по технической документации ниже нормативной силы соударения, запланированное разрушение сменяемых элементов конструкции рамы кузова с целью вступления в работу крэш-элементов при столкновениях и др.) максимальная сила соударения, реализуемая в испытаниях, должна составлять (85 ± 5) % от максимально возможной по конструкционным ограничениям.

Д.2.10 Для головного вагона с одной кабиной машиниста должно быть выполнено определение напряженного состояния передней и задней половин конструкции кузова (см. Д.1.2). Это может быть реализовано при выполнении следующих условий:

- тензорезисторы установлены на передней и задней половинах конструкции кузова;

- при испытаниях реализованы серии ударов в переднее и заднее сцепное устройство головного вагона с определением напряженного состояния передней и задней половин конструкции кузова. В случае, если реализация ударов в заднее сцепное устройство невозможна по техническим причинам, допускается реализация удара только в переднее сцепное устройство с одновременной регистрацией реализованных продольных сил в переднем и заднем сцепных устройствах вагона;

- при определении фактических значений напряжений, соответствующих нормативной силе соударения (см. Д.2.11), для несущих элементов передней половины кузова используют данные по силе соударения, зафиксированные в переднем сцепном устройстве при реализации удара в переднее сцепное устройство. При определении фактических значений напряжений, соответствующих нормативной силе соударения (см. Д.2.11), для несущих элементов задней половины кузова используют данные по силе соударения, зафиксированные в заднем сцепном устройстве (при реализации удара в заднее сцепное устройство или с учетом указанного выше).

Д.2.11 Для каждой измерительной точки конструкции (тензорезистора) фактическое значение напряжения, соответствующее нормативной силе соударения, определяют по линейной зависимости $\sigma = F(P_{удара})$, получаемой аппроксимацией опытных данных методом наименьших квадратов.

Величину нормативной силы соударения принимают по ГОСТ Р 55495.

### Д.3 Средства испытаний

Д.3.1 При проведении испытаний применяют следующие средства измерений:

- датчики деформаций (тензорезисторы с базой от 10 до 20 мм);

- усилители измерительные;

- датчик силы (при необходимости для определения масштаба записи тензометрической схемы растяжения-сжатия, установленной на сцепке, по которой при проведении испытаний будут определять величину силы соударения (см. Д.2.8)).

Применяемые средства измерений должны соответствовать 7.3.

Погрешность измерения измерительного канала деформаций, состоящего из первичного и вторичного преобразователей и коммутационных линий, должна быть не более 10 %.

Д.3.2 Регистрацию динамических процессов, возникающих при соударении, выполняют с помощью персонального компьютера.

### Д.4 Порядок проведения испытаний

Д.4.1 Изготовитель представляет вагоны, подлежащие испытаниям, в виде, согласованном с ИЦ (см. Д.2).

Д.4.2 Устанавливают тензометрическую схему растяжения-сжатия на сцепное устройство для определения силы соударения.

При необходимости сцепное устройство демонтируют для установки схемы растяжения-сжатия, проводят сжатие сцепки с регистрацией прикладываемой к ней силы сжатия и деформации, фиксируемой схемой растяжения-сжатия, устанавливают демонтированное сцепное устройство на вагон.

Д.4.3 Для обеспечения доступа к элементам кузова с целью оборудования их тензорезисторами проводят подъем кузова на домкратах и выкатку тележек из-под испытываемого вагона. При необходимости проводят даль-

нейший демонтаж сборочных единиц кузова для обеспечения доступа к несущим элементам конструкций (работы выполняются силами изготовителя).

Д.4.4 Устанавливают тензорезисторы в наиболее напряженных местах несущей конструкции кузова, расположение которых определяют:

- по расчетам прочности кузова, представляемых в ИЦ изготовителем;
- по результатам испытаний на соударение аналогичных конструкций вагонов (при их наличии);
- из опыта ИЦ.

В местах концентрации напряжений (в зонах выточек, переходов с радиусами менее 10 мм, сварных швов, за исключением стыковых сварных швов без усиливающих валиков) тензорезисторы устанавливают таким образом, чтобы поперечная ось тензорезистора находилась в 20 мм от концентратора напряжений.

Д.4.5 После установки тензорезисторов выполняют их нумерацию, документируют места их установки (в виде фотографий, эскизов и др.).

Д.4.6 Выполняют работы, связанные с установкой коммутационных линий от тензорезисторов к измерительным усилителям. Конкретный объем и порядок выполнения этих работ зависит от средств испытаний и технологии подготовки к тензометрированию, принятой в ИЦ.

Д.4.7 При необходимости защищают тензорезисторы от механических повреждений и воздействий окружающей среды.

Д.4.8 По завершении работ по установке тензорезисторов и коммутационных линий выполняют следующие работы (силами изготовителя и, при необходимости, под наблюдением представителей ИЦ):

- монтаж демонтированных ранее сборочных единиц кузова;
- подкатку тележек под кузов;
- соединение узлов связи кузова с тележками.

Д.4.9 Транспортируют вагон на место испытаний.

Д.4.10 Устанавливают измерительные усилители, проводят коммутацию с ними электрических кабелей от тензорезисторов, тензометрической схемы растяжения-сжатия. Фиксируют в журнале испытаний расстановку силоизмерительной схемы и тензорезисторов по каналам усилителя.

Д.4.11 Проводят коммутацию усилителей с регистрирующей аппаратурой. Выполняют тестирование измерительных каналов.

Д.4.12 Испытания начинают с реализации малых сил соударений с постепенным их увеличением.

Число соударений должно быть не менее 10 при условии реализации в испытаниях различных сил соударений.

Примечание — Указанное требование относится к каждой серии соударений. Под серией соударения понимается регистрация напряжений в конкретной измерительной группе, при реализации удара в переднее или заднее сцепное устройство вагона.

В процессе испытаний измеряют силу удара в сцепное устройство и деформации несущих элементов кузова, оборудованных тензорезисторами.

Д.4.13 По окончании испытаний выполняют демонтаж установленных средств испытаний и обрабатывают полученные в результате испытаний данные.

### Д.5 Обработка данных

Д.5.1 Для каждой измерительной точки (тензорезистора) определяют фактическое значение напряжения, соответствующее нормативной силе соударения, в соответствии с Д.2.11 и Д.2.10.

Д.5.2 По окончании обработки данных оформляют протокол испытаний в соответствии с 8.1.

## Библиография

[1] Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710

[2] Технический регламент Таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710

[3] ПР 50.2.006—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений

[4] ЦП-515 Инструкция по расшифровке лент и оценке состояния рельсовой колеи по показаниям путеизмерительного вагона ЦНИИ-2 и мерам по обеспечению безопасности движения поездов (с изменениями и дополнениями), утвержденная МПС России 14 октября 1997 г.

УДК 629.427/424:658.382.3:006.354 ОКС 45.060.10 Д51 ОКП 31 8352

Ключевые слова: моторвагонный подвижной состав, динамико-прочностные испытания, показатели динамических качеств и прочности, ходовые испытания, статические испытания тележки, стендовые вибрационные испытания рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев) второй ступени рессорного подвешивания, испытания на соударение

Редактор *Е.С. Котлярова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 17.07.2014. Подписано в печать 30.07.2014. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,75. Тираж 52 экз. Зак. 2796.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru