

## СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель начальника  
Департамента технической  
политики ОАО «РЖД»

\_\_\_\_\_ О.А. Терегулов

\_\_\_\_\_ 2016 г.

Руководитель  
ФБУ «РС ФЖТ»

\_\_\_\_\_ Э.Н. Гунченко

\_\_\_\_\_ 2016 г.

## УТВЕРЖДАЮ

И.о. руководителя  
Федерального агентства  
железнодорожного транспорта

\_\_\_\_\_ В.Ю. Чепец

\_\_\_\_\_ 2016 г.

Протокол заседания рабочей  
группы

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ВАГОНЫ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ МАССОЙ БРУТТО ДО 36 т

### Типовая методика испытаний

Заместитель генерального  
директора АО «ВНИИЖТ»

\_\_\_\_\_ О.Н. Назаров

\_\_\_\_\_ 2016 г.

Директор  
ООО «ИИПС»



Е.В. Афанасьев

\_\_\_\_\_ 2016 г.

2016

## Содержание

|    |                                                                              |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Объект испытаний .....                                                       | 3  |
| 2  | Цель испытаний .....                                                         | 4  |
| 3  | Виды испытаний .....                                                         | 4  |
| 4  | Условия проведения испытаний .....                                           | 5  |
| 5  | Метрологическое обеспечение испытаний .....                                  | 6  |
| 6  | Отчетность по испытаниям.....                                                | 6  |
| 7  | Распределение ответственности.....                                           | 7  |
| 8  | Определяемые характеристики .....                                            | 7  |
| 9  | Средства испытаний .....                                                     | 8  |
| 10 | Требования безопасности .....                                                | 10 |
| 11 | Подготовка к испытаниям.....                                                 | 11 |
| 12 | Порядок проведения испытаний .....                                           | 12 |
| 13 | Обработка результатов испытаний .....                                        | 15 |
| 14 | Анализ и оценка результатов испытаний.....                                   | 22 |
| 15 | Ссылочная документация .....                                                 | 24 |
|    | Приложение А Обоснование возможности применения имитатора без жидкости ..... | 26 |

Основные положения настоящей методики предназначены для оценки соответствия вагонов-платформ новых, модернизируемых, серийно-выпускаемых и предназначенных для эксплуатации на сети железных дорог колеи 1520 мм, требованиям «Норм для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)» (далее – «Норм...» и ГОСТ 33211-2014 при перевозке контейнеров с массой брутто до 36 т, в том числе контейнеров-цистерн.

Указания, изложенные в настоящей типовой методике, применяются при предварительных, приемочных и типовых испытаниях. Положения настоящей типовой методики могут быть использованы при квалификационных, периодических, сертификационных и исследовательских испытаниях.

На основании положений данной типовой методики испытательные организации разрабатывают свои рабочие программы и методики, при этом учитывается особенность конструкции и требования, предъявляемые к объекту испытаний.

## **1 Объект испытаний**

1.1 Испытаниям подвергается вагон-платформа, предназначенная для перевозки крупнотоннажных контейнеров. Вагон-платформа может быть вновь построенная, модернизированная или находящаяся в эксплуатации. Сведения о крупнотоннажных контейнерах и контейнерах-цистернах, подлежащих перевозке на вагоне, приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование                                  | Тип контейнера согласно ГОСТ Р 53350-2009                       | Масса брутто, т, не более | Количество, шт. |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Крупнотоннажный контейнер, контейнер-цистерна | 1AAA, 1AA, 1A, 1AX, 1BBB, 1BB, 1B, 1BX, 1CC, 1C, 1CX, 1EEE, 1EE | 36,0                      | 1 или 2         |

1.2 Образец, представленный на предварительные или приемочные испытания, должен соответствовать требованиям конструкторской документации, в случае проведения типовых испытаний – эксплуатационной документации.

1.3 Отбор образца на испытания производится случайным образом из числа вновь построенных, модернизированных или эксплуатируемых вагонов.

## **2 Цель испытаний**

2.1 Целью испытаний является экспериментальная проверка возможности перевозки на вагоне-платформе контейнеров с массой брутто до 36 т.

2.2 Основной задачей испытаний является оценка работоспособности вагона и его узлов согласно требованиям «Норм...» и ГОСТ 33211-2014.

## **3 Виды испытаний**

3.1 В объем испытаний по настоящей методике включены следующие виды испытаний:

- испытания на прочность при действии вертикальных статических нагрузок от веса брутто контейнеров;
- испытания на прочность при действии ремонтных нагрузок в груженом режиме;
- испытания на прочность при соударении;
- ходовые динамические и ходовые прочностные испытания;
- расчетно-экспериментальная оценка сопротивления усталости несущей конструкции рамы и крепления фитингового упора к раме по результатам ходовых прочностных испытаний и испытаний на прочность при соударении;
- оценка сопротивления усталости конструкции фитингового упора по результатам ресурсных стендовых испытаний фитингового упора или по результатам ресурсных испытаний на продольные нагрузки при многократных соударениях вагонов;

– на сопротивление усталости (только для длиннобазных вагонов-платформ с базой не менее 17 м и длиной по осям сцепления не менее 23 м), которые проводятся по типовой методике «Вагоны-платформы увеличенной длины. Типовая методика испытаний на сопротивление усталости», 2006 г.

#### **4 Условия проведения испытаний**

4.1 Испытания проводит испытательная организация, аккредитованная Федеральной службой по аккредитации и располагающая необходимыми средствами измерений и испытательным оборудованием для проведения, заданного объема работ.

4.2 До проведения испытаний необходимо проверить:

- комплектность вагона в соответствии с конструкторской документацией;
- отсутствие видимых повреждений вагона;
- наличие расчета прочности вагона при загрузке контейнерами массой брутто до 36 т (но не более грузоподъемности вагона) по схемам в соответствии с «Техническими условиями размещения и крепления грузов» (Приложение 3 к СМГС), «Техническими условиями размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах» № ЦМ-943 от 27.05.2003 г., руководством по эксплуатации на вагон (при наличии), и требованиям, указанным в «Нормах...» и ГОСТ 33211-2014 с учетом «Рекомендаций по расчетам, конструкции и испытаниям вагонов-платформ для перевозки крупнотоннажных контейнеров с массой брутто до 36 т», ОАО «ВНИИЖТ», 2015 г. (далее – «Рекомендаций...»);
- наличие расчета прочности фитинговых упоров на соответствие требованиям «Норм...» и ГОСТ 33211-2014.

4.3 По результатам проверки должен быть оформлен акт о готовности вагона к проведению испытаний, который подписывают представитель завода-изготовителя (в случае эксплуатируемого вагона – собственник) и руководитель испытаний.

4.4 Испытания проводят на территории завода-изготовителя и (или) испытательной организации и (или) испытательных полигонах, содержащих аттестованное установленным порядком испытательное оборудование.

4.5 Испытания должны быть приостановлены или прекращены при возникновении дефектов в узлах и деталях, препятствующих проведению работ и угрожающих безопасности персонала, участвующего в испытаниях.

Прекращение испытаний оформляют актом, в котором указывают причину прекращения испытаний, который должен быть подписан руководителем испытаний и представителем завода-изготовителя (в случае эксплуатируемого вагона – собственник).

Приостановленные испытания возобновляют после устранения причин приостановки с оформлением соответствующего акта. В зависимости от результатов анализа неисправностей, обнаруженных при испытаниях, испытательная организация может продолжить испытания, повторить их полностью или с определенного этапа.

## **5 Метрологическое обеспечение испытаний**

5.1 Метрологическое обеспечение испытаний осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 51672-2000.

5.2 Средства измерений, используемые при испытаниях, должны иметь свидетельства о поверке (знак о поверке) в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требованиями к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утв. приказом Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г.». Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568-97.

## **6 Отчетность по испытаниям**

6.1 По результатам испытаний оформляют протоколы, которые подписывает руководитель испытаний и утверждает руководитель испытательной организации.

## **7 Распределение ответственности**

7.1 Ответственность за соответствие конструкции испытываемого вагона представленной на него конструкторской документации возлагается на завод-изготовитель (заказчика).

7.2 Ответственность за безопасность проведения испытаний возлагается на руководителя испытаний, который назначается приказом по организации, проводящей испытания.

7.3 Ответственность за достоверность результатов испытаний возлагается на испытательную организацию, проводящую испытания.

## **8 Определяемые характеристики**

8.1 В процессе испытаний на статическую прочность определяют:

- статические напряжения (деформации в масштабе напряжений,  $\sigma_i = E \varepsilon_i$ ) в исследуемых точках и сечениях элементов вагона;
- величины статических нагрузок, приложенных к вагону (массы контейнеров).

8.2 В процессе испытаний на прочность при соударении определяют:

- динамические напряжения (деформации в масштабе напряжений,  $\sigma_i = E \varepsilon_i$ ) в исследуемых точках и сечениях элементов вагона;
- ускорение (в долях  $g$ ) на элементах конструкции вагона и контейнера;
- скорость накатывания вагона-бойка;
- силу соударения испытываемого вагона и вагона-бойка.

8.3 В процессе ходовых динамических и ходовых прочностных испытаний определяют:

- скорость движения вагона;
- рамную силу в долях от осевой нагрузки колеса на рельс;
- коэффициенты вертикальной динамики обрессоренных и необрессоренных частей тележки;

- вертикальные и горизонтальные (поперечные) ускорения кузова вагона в зоне пятника в долях от ускорения свободного падения  $g$ ;
- коэффициент устойчивости колеса от схода с рельсов в прямых и кривых участках пути;
- коэффициент устойчивости вагона от опрокидывания при движении по кривым участкам пути;
- динамические напряжения (деформации в масштабе напряжений,  $\sigma_i = E \varepsilon_i$ ) в исследуемых точках и сечениях элементов вагона, характер их изменения, частотный состав и статистическую повторяемость амплитуд.

8.4 В процессе стендовых испытаний фитинговых упоров определяют:

- количество циклов соударений;
- силу соударения в упор;
- накопленное усталостное повреждение.

8.5 В процессе ресурсных испытаний на продольные нагрузки при соударениях вагонов определяют:

- количество циклов соударений;
- силу соударения вагонов;
- накопленное усталостное повреждение.

## **9 Средства испытаний**

9.1 Для регистрации деформаций (напряжений) используют тензометрическую аппаратуру с регистрацией процессов на персональном компьютере.

9.2 Для регистрации деформаций в качестве первичных датчиков используют тензорезисторы базой 5 - 20 мм.

9.3 Испытания на прочность при соударении и ресурсные испытания на продольные нагрузки при многократных соударениях вагонов (при необходимости) проводят на прямом участке пути с применением локомотива и вагона-бойка или стенда-горки или стенда её заменяющего.

9.4 Испытания на прочность при соударении проводят вагоном-бойком в свободностоящий груженный испытываемый вагон и груженный испытываемый вагон, установленный в подпоре. При испытаниях свободностоящего вагона, его устанавливают на расстоянии 1,0-1,5 м от подпора.

9.5 Масса вагона-бойка должна быть не менее массы испытываемого вагона. Для испытаний рекомендуется масса вагона-бойка, равная  $100 \pm 3$  т.

9.6 Для создания подпора применяют сцеп из трех-четырех заторможенных груженных грузовых вагонов общей массой не менее 300 т, перемещения которых могут быть дополнительно ограничены рельсовыми башмаками.

9.7 Величины сил соударения вагонов определяют по показаниям динамометрической (тензометрической) автосцепки.

9.8 Ресурсные испытания на продольные нагрузки при соударениях допускается проводить при многоударной схеме соударения. В этом случае динамометрические автосцепки должны быть установлены с двух сторон испытываемого вагона. Как правило многоударные схемы соударения реализуются при установке испытываемого вагона на расстоянии 1-2 м от неподвижного упора.

9.9 При двухударной схеме первое соударение происходит после накатывания вагона-бойка на испытываемый вагон, а второе – в результате одиночного или в сцепе с вагоном-бойком удара испытываемого вагона в неподвижный упор.

9.10 При трехударной схеме первоначально реализуется соударение вагона-бойка с испытываемым вагоном (первый удар), затем одиночное соударение испытываемого вагона с неподвижным упором (второй удар) и повторное соударение испытываемого вагона с вагоном-бойком (третий удар).

9.11 При испытаниях на соударение и ходовых динамических испытаниях средствами регистрации ускорений на испытаниях являются акселерометры. Частоту фильтрации первичных данных принимают 20 Гц.

9.12 Ходовые динамические и ходовые прочностные испытания проводят на аттестованных участках ж.д. пути с применением тензометрической аппаратуры, с регистрацией процессов на персональном компьютере.

9.13 Стендовые испытания фитингового упора проводят на ударном стенде, обеспечивающем силу удара не менее 0,35 МН. При использовании на вагоне-платформе нескольких типов фитинговых упоров (одинарный жестко-закрепленный, одинарный откидной, двойной откидной) с идентичным креплением упора к плите допускается испытать один тип фитингового упора. Плиту закрепляют в стенде, ударную нагрузку прикладывают к упору в продольном направлении по ходу движения вагона. Силу удара контролируют по датчикам силы или иным способом, обеспечивающем необходимую точность измерений.

## **10 Требования безопасности**

10.1 При проведении испытаний необходимо руководствоваться требованиями техники безопасности в соответствии с разделом 9 РД 24.050.37.95.

10.2 При проведении испытаний посторонние лица в зону испытаний не допускаются.

10.3 Перед испытаниями со всеми участниками проводят инструктаж по технике безопасности, с соответствующей записью в журнале инструктажа.

10.4 Все работы по подготовке и проведению испытаний должны проводиться с соблюдением требований по технике безопасности, действующих на территории проведения испытаний.

10.5 Лица моложе 18 лет к проведению испытаний не допускаются.

10.6 При проведении ходовых испытаний следует соблюдать требования личной безопасности:

- переходить пути под прямым углом, предварительно убедившись, что на них нет приближающегося подвижного состава;
- не переходить пути у стрелок и крестовин;

- не перебегать пути перед приближающимся подвижным составом, а при обходе вагонов не проходить возле них вплотную;
- запрещается пролезать под вагонами, переходить по автосцепке, а также между близко стоящими вагонами, стоять в открытых дверях вагона при маневрах;
- на электрофицированных участках железнодорожного пути не подниматься выше уровня крыши вагона, так как высокое напряжение опасно для жизни. О необходимости подняться выше этого уровня каждый участник испытаний должен заявить руководителю испытаний и получить разрешение.

10.7 При плановой или непредвиденной остановке опытного поезда выход испытателей из вагона-лаборатории без разрешения руководителя испытаний запрещен.

10.8 При движении опытного поезда всем участникам испытаний следует находиться на рабочих местах, категорически запрещается открывать двери вагона-лаборатории, высовываться из окон и дверей, находиться в испытываемом вагоне.

## **11 Подготовка к испытаниям**

11.1 Производят установку тензорезисторов в наиболее напряженных зонах, определенных по результатам расчета.

11.2 Производят установку акселерометров на боковые балки рамы вагона в зоне четырех фитинговых упоров первого со стороны удара имитатора контейнера. Допускается поочередная установка акселерометров.

11.3 Перед испытаниями на прочность при соударении воспринимающий удары вагон оборудуется динамометрической (тензометрической) автосцепкой. Перед испытаниями должна быть произведена тарировка автосцепки с усилием не менее 3,5 МН.

11.4 Испытываемый вагон загружают имитаторами контейнеров массой брутто 36 т каждый по схемам погрузки с «Техническими условиями размеще-

ния и крепления грузов» (Приложение 3 к СМГС), «Техническими условиями размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах» № ЦМ-943 от 27.05.2003 г., руководством по эксплуатации на вагон (при наличии). При этом высота центра тяжести загруженного имитатора контейнера должна находиться на высоте  $1300 \pm 50$  мм от уровня опорной поверхности фитингового упора. В Приложении А к настоящей методике приведено обоснование возможности применения имитатора без жидкости.

11.5 Перед испытаниями производят взвешивание испытуемого вагона и вагона-бойка. Масса брутто вагона не должна отличаться от номинальной более чем на 3 %.

## **12 Порядок проведения испытаний**

12.1 До начала испытаний приказом по испытательному центру назначается руководитель испытаний.

12.2 Испытания на статическую прочность вагона предусматривают один вид испытательных нагрузок - вертикальная статическая нагрузка от веса брутто вагона, равного грузоподъемности вагона и веса тары вагона.

12.3 Испытания на прочность при действии ремонтных нагрузок предусматривают следующие виды испытательных нагрузок: подъем груженого вагона за предусмотренные для этого места в соответствии с «Нормами...» и ГОСТ 33211-2014 и вес тары вагона.

12.4 Испытания на прочность при соударении выполняют по двум схемам соударения: путем соударения вагона-бойка в испытываемый свободностоящий груженный вагон и груженный испытываемый вагон, установленный в подпоре.

12.5 Режимы соударений при испытаниях представлены в таблице 2. Количество соударений для свободностоящего испытываемого вагона не менее 15. Количество соударений испытываемого вагона, стоящего в подпоре не менее 15.

Таблица 2 – Режимы соударений

| № режима | Диапазон скоростей соударений, км/ч | Сила соударения, МН | Количество Соударений, не менее | Промежуточный осмотр                   |
|----------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| 1        | от 4,0 до 5,0                       | до 3,5              | 4                               | Производят после каждого второго удара |
| 2        | от 5,0 до 6,0                       |                     | 3                               |                                        |
| 3        | от 6,0 до 7,0                       |                     | 2                               |                                        |
| 4        | от 7,0 до 8,0                       |                     | 1                               | Производят после каждого удара         |
| 5        | от 8,0 до 9,0                       |                     | 2                               |                                        |
| 6        | более 9,0                           |                     | 3                               |                                        |

12.6 При соударениях вагонов определяют ускорения в раме вагона в зоне фитинговых упоров, которые являются справочной величиной.

12.7 Соударения проводятся со скоростью от 4 км/ч до скорости, при которой достигается сила удара в автосцепку, равную  $(3,5+0,35)$  МН, но не более 13 км/ч.

12.8 Данные о повреждениях, выявленные в процессе промежуточных осмотров узлов вагона, включая фитинговые упоры и их крепление на вагонах, заносят в журнал испытаний.

12.9 Ходовые испытания проводят в груженом режиме.

12.10 Рекомендуется установку тензорезисторов при ходовых испытаниях производить по схеме, используемой при испытаниях на статическую прочность и на прочность при соударении. При необходимости схему установки тензодатчиков корректируют.

12.11 Полученный в ходе опытных поездок массив экспериментальной информации исследуемых динамических процессов рекомендуется образовывать путем последовательного набора записей (реализации) - процессов при различных скоростях и режимах движения поезда как на характерных заранее выбранных (намеченных), так и на случайных (произвольно чередуемых) отрезках железнодорожного пути.

Регистрация динамических процессов должна производиться на прямых, кривых участках пути и стрелках во всем проектном диапазоне допускаемых

эксплуатационных скоростей вплоть до конструкционной скорости, если по данным оперативного анализа это не угрожает безопасности движения.

Суммарная продолжительность записей (реализации) исследуемых процессов в каждом интервале скоростей движения на различных отрезках пути при данном режиме загрузки должна быть не менее 300 с.

Общая длительность измерений основных процессов во всем диапазоне скоростей должна быть не менее 50 мин.

12.12 При регистрации измерительной информации несколькими устройствами их работа должна быть синхронизирована едиными сигналами времени, вспомогательными спецсигналами ("маркерами") и предусматривать единовременное включение (выключение) аппаратуры или возможность синхронизации процессов при проведении обработки.

12.13 Перед проведением ресурсных испытаний на продольные нагрузки при многократных соударениях или ресурсных стендовых испытаниях фитингового упора величины эквивалентных испытательных усилий удара и числа соударений выбираются из условия накопленного повреждающего воздействия реальному нагружению вагона ударными нагрузками в течение расчетного периода эксплуатации.

12.14 Максимальная сила соударения вагонов не должна превышать наибольшую расчетную, равную 3,5 МН, более чем на 10 %.

12.15 Максимальная сила удара в фитинговый упор при стендовых испытаниях не должна превышать расчетную 0,35 МН, более чем на 10 %.

12.16 Осмотр вагона или фитингового упора на наличие повреждений производят после каждых 10 соударений.

12.17 Ресурсные испытания вагона или стендовые испытания фитингового упора продолжают либо до момента выполнения неравенства (1), либо до получения повреждения вагона или фитингового упора, препятствующего дальнейшему проведению испытаний.

$$D_{исп} \geq D_{эспл} , \quad (1)$$

где  $D_{исп}$  – усталостное повреждение, накопленное в процессе испытаний;

$D_{экспл}$  – накопленное усталостное повреждение в эксплуатации.

12.18 Данные о повреждениях, выявленных в процессе промежуточных осмотров, всех узлов вагона, включая в обязательном порядке крепление фитинговых упоров, самого фитингового упора и рамы вагона, заносят в журнал испытаний.

### 13 Обработка результатов испытаний

13.1 Обработка результатов испытаний на прочность при действии вертикальных статических нагрузок и при соударении заключается в определении величин напряжений для каждого вида испытательной нагрузки и определение среднего значения полученных показателей.

13.2 Измеряемые деформации в местах установки линейных датчиков пересчитывают в напряжения  $\sigma$ , МПа, по следующей формуле

$$\sigma = \varepsilon \cdot E, \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  – относительная деформация;

$E$  – модуль упругости первого рода, МПа.

13.3 При оценке напряжений в конструкции рамы вагона при действии вертикальной статической нагрузки результаты обработки экспериментальных данных корректируют умножением напряжений, замеренных при испытаниях, на коэффициент пересчета  $K_{см}$ , учитывающий реальную вертикальную нагрузку:

$$K_{см} = \frac{M_z}{M_{у.г.}}, \quad (3)$$

где  $M_z$  – грузоподъемность вагона, т;

$M_{у.г.}$  – масса испытательного груза, т.

13.4 Напряжение от веса тары вагона для контрольной точки вычисляют по формуле

$$\sigma_{тара} = \sigma_{гр.} \cdot \left( \frac{M_{тара} - 2 \cdot M_{тележка}}{M_2} \right), \quad (4)$$

где  $\sigma_{гр.}$  – напряжения от веса груза, МПа

$M_{тара}$  – масса тары вагона, т;

$M_{тележка}$  – масса тележки, т;

$M_2$  – грузоподъемность вагона, т.

13.5 Значения динамических напряжений, полученные при соударениях в исследуемых элементах, путем линейной экстраполяции приводятся к силе соударения 3,5 МН.

13.6 Динамические напряжения, полученные при соударениях в исследуемых элементах конструкции от действия нагрузок, возникающих при соударениях с силой удара 3,5 МН, суммируются со своими знаками с напряжениями от вертикальной нагрузки, массы тары и веса груза, определенными по результатам статических испытаний.

13.7 Суммарные напряжения определяют по формуле

$$\sum \sigma = \sigma_{тара} + \sigma_{гр.} + \sigma_{удар}, \quad (5)$$

где  $\sigma_{удар}$  – напряжения при соударениях, приведенные к силе 3,5 МН.

13.8 Обработка данных ходовых динамических и прочностных испытаний вагона предусматривает расшифровку и систематизацию параметров зарегистрированных динамических процессов.

13.9 При обработке результатов испытаний учитывают частоты для определения ходовых качеств вагона и динамической нагруженности конструкции до 20 Гц.

13.10 При обработке экспериментальных данных ходовых динамических испытаний расчетным путем определяют следующие показатели ходовых качеств вагона:

– коэффициент вертикальной динамики обрессоренных и необрессоренных частей

$$K_d = R_d \cdot K_{\kappa\delta} \quad (6)$$

где  $R_d$  – показания измерительной схемы коэффициента вертикальной динамики, мВ/В;

$K_d$  – тарировочный коэффициент измерительной схемы коэффициента вертикальной динамики,  $\frac{1}{\text{мВ/В}}$ ;

– рамная сила

$$H_p = H_{p1} + H_{p2} = K_{pc1} \cdot R_{pc1} + K_{pc2} \cdot R_{pc2}, \quad (7)$$

где  $H_{p1}$  – рамная сила, действующая от первого колеса на первую боковую раму тележки, кН;

$H_{p2}$  – рамная сила, действующая от второго колеса на вторую боковую раму тележки, кН;

$K_{pc1(2)}$  – тарировочный коэффициент измерительной схемы рамной силы на первой (второй) боковой раме тележки,  $\frac{\text{кН}}{\text{мВ/В}}$ ;

$R_{pc1(2)}$  – показания измерительной схемы рамной силы на первой (второй) боковой раме тележки, мВ/В;

Тарировочный коэффициент измерительной схемы рамной силы на раме тележки

$$K_{pc.} = \frac{F_m}{R_{F_m} - R_0}, \quad (8)$$

где  $F_m$  – сила при тарировке тележки, кН;

$R_0$  – показания измерительных схем при  $F_m=0$  кН, мВ/В;

$R_{F_m}$  – показания измерительных схем, рекомендуется принимать при  $F_m=49$  кН, мВ/В.

– рамные силы в долях  $P_o$  ( $H_p/P_o$ ) от колесной пары на раму тележки

$$\frac{H_{p.}}{P_o}, \quad (9)$$

где  $H_p$  – рамная сила, кН;

$P_o$  – статическая осевая нагрузка, кН;

– коэффициент устойчивости колеса от схода с рельсов в прямых и кривых участках пути и стрелочных переводах согласно РД 24.050.37.95

$$K_{st} = \frac{tg\beta - \mu}{1 + \mu tg\beta} \cdot \frac{Q_u \left[ \frac{2(b-a_2)}{l} - K_d^n \frac{(2b-a_2)}{l} + K_d^{nn} \frac{a_2}{l} \right] + q \frac{b-a_2}{l} + \frac{r}{l} H_p}{\mu Q_u \left[ \frac{2(b-a_1)}{l} + K_d^n \frac{a_1}{l} - K_d^{nn} \frac{(2b-a_2)}{l} \right] + \mu q \frac{b-a_1}{l} + \left( 1 - \frac{r}{l} \mu \right) H_p} \quad (10)$$

где  $\beta$  – угол наклона образующей гребня колеса к горизонтальной оси, градусы;

$\mu$  – коэффициент трения поверхности колес по рельсам, принят равным 0,25;

$Q_u$  – вертикальная статическая нагрузка на шейку оси колесной пары при данном режиме загрузки вагона, кН;

$q$  – сила тяжести массы неподрессоренных частей, приходящихся на колесную пару, кН;

$2b$  – расстояние между серединами шеек оси колесной пары (для типовых колесных пар – 2,036 м);

$a_1, a_2$  – расстояния от точек контакта колес с рельсами до середины соответствующих (набегающей и ненабегающей) шеек оси колесной пары (для типовых колесных пар и типового верхнего строения пути соответственно 0,250 и 0,210 м);

$l$  – расстояние между точками контакта колес колесной пары с рельсами (для типовых колесных пар 1,58 м);

$r$  – радиус круга катания колеса (для колес по ГОСТ 10791-2011  $r = 0,45$  м);

$K_d^n, K_d^{nn}$  – коэффициент вертикальной динамики соответственно на набегающем и ненабегающем колесе (значения положительны в случае обезгрузки колес);

$H_p$  – горизонтальная боковая рамная сила, кН;

– коэффициент устойчивости вагона от опрокидывания при движении по кривым участкам пути

$$K_{yc} = \frac{K_d^{перезгрузки} - K_d^{обезгрузки} + 2}{K_d^{обезгрузки} + K_d^{перезгрузки}}, \quad (11)$$

где  $K_d^{перезгрузки}$ ,  $K_d^{обезгрузки}$  – мгновенные вероятные значения коэффициентов вертикальной динамики (перезгрузки и разгрузки) нагруженной и обезгруженной сторон тележки вагона соответственно, определенные по напряжениям (деформациям) боковых рам.

13.11 Максимальные значения коэффициентов вертикальной динамики, рамных сил, вертикальных и горизонтальных ускорений определяют с односторонней доверительной вероятностью 0,999, минимальные значения коэффициентов запаса устойчивости от опрокидывания – 0,001 и коэффициентов запаса устойчивости от схода колеса с рельсов с односторонней доверительной вероятностью 0,0001.

13.12 При обработке экспериментальных данных ходовых прочностных испытаний определяют вероятные максимальные динамические напряжения в конструкции с доверительной вероятностью 0,999, центральные (эффективные) частоты изменения динамических напряжений и эмпирические распределения (частоты гистограмм) амплитуд по ГОСТ 25.101-83.

13.13 Все полученные показатели систематизируют в зависимости от скорости и условий движения вагона.

13.14 Центральные (эффективные) частоты изменения динамических напряжений и эмпирические распределения (частоты гистограмм) амплитуд используют в качестве исходных данных для оценки сопротивления усталости элементов конструкции вагона.

13.15 При обработке результатов ресурсных испытаний на продольные нагрузки при соударениях и ресурсных стендовых испытаний фитинговых упоров накопленное в процессе испытаний усталостное повреждение определяют по формуле

$$D_{исп} = \sum F_{исп\ i}^m \quad (12)$$

где  $F_{исп\ i}$  – величины динамических продольных сил замеренных в процессе испытаний;

$m$  – показатель степени в уравнении кривой усталости,  $m=4$  (согласно «Норм...»).

13.16 Накопленное суммарное усталостное повреждение в эксплуатации определяют по формуле

$$D_{экспл} = N_{общ}^{расч} \sum F_i^m \cdot P_i \quad (13)$$

где  $N_{общ}^{расч}$  – количество нагружений в эксплуатации за заданный срок службы;

$F_i$  – величины ударных сил (средние интервальные значения);

$P_i$  – частоты появления усилий с уровнем  $F_i$ .

13.17 Обобщенные распределения ударных продольных сил для проверки циклической долговечности несущих конструкций вагона согласно РД 24.050.37.95, а также значения сил для оценки сопротивления усталости фитингового упора представлены в таблице 3.

Таблица 3

| Интервал сил, действующих в автосцепке, $F_i$ , МН | Частость, $P_i$ | Средние значения сил для испытаний вагона, МН | Средние значения сил для испытаний фитингового упора, МН |
|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 0,1-0,4                                            | 0,1258          | 0,25                                          | 0,025                                                    |
| 0,4-0,8                                            | 0,2852          | 0,60                                          | 0,060                                                    |
| 0,8-1,2                                            | 0,2802          | 1,00                                          | 0,100                                                    |
| 1,2-1,6                                            | 0,1832          | 1,40                                          | 0,140                                                    |
| 1,6-2,0                                            | 0,0772          | 1,80                                          | 0,180                                                    |
| 2,0-2,4                                            | 0,0359          | 2,20                                          | 0,220                                                    |
| 2,4-2,8                                            | 0,0208          | 2,60                                          | 0,260                                                    |
| 2,8-3,2                                            | 0,0023          | 3,00                                          | 0,300                                                    |
| 3,2-3,6                                            | 0,0003          | 3,40                                          | 0,340                                                    |
| 3,6-3,8                                            | 0,0001          | 3,70                                          | 0,370                                                    |

13.18 Количество нагружений в эксплуатации за заданный срок службы определяют следующим образом

$$N_{\text{общ}}^{\text{расч}} = N_{\text{общ}}^{\text{уд}} \cdot T_{\text{расч}} \cdot K_{\text{реж}} \cdot K_{\text{уд}}, \quad (14)$$

Где  $N_{\text{общ}}^{\text{расч}}$  – среднее количество циклов действия продольных сил за 1 год эксплуатации,  $N_{\text{общ}}^{\text{расч}}=20200$  (согласно РД 24.050.37.95);

$T_{\text{расч}}$  – расчетный срок службы вагона, лет (для контейнерных платформ принимается 32 года, если иное не указано в техническом задании (ТЗ) или технических условиях (ТУ) на вагон);

$K_{\text{реж}}$  – коэффициент, учитывающий влияние порожнего пробега вагона,  $K_{\text{реж}}=1,0$  (согласно РД 24.050.37.95);

$K_{\text{уд}}$  – коэффициент, учитывающий несимметричность нагружения по его длине, согласно РД 24.050.37.95  $K_{\text{уд}}=0,6$ .

13.19 После ресурсных испытаний на продольные нагрузки при соударениях образец вагона, подвергавшийся испытаниям, утилизируют.

13.20 Оценке сопротивления усталости конструкции рамы и крепления фитинговых упоров расчетно-экспериментальным методом выполняют в следующем порядке:

- определение величины эквивалентной амплитуды напряжений;
- расчет предела выносливости для контрольной зоны;
- определение коэффициента запаса сопротивления усталости.

13.21 Определение величины эквивалентной амплитуды напряжений и расчет предела выносливости производят в соответствии с «Нормами...» и ГОСТ 33211-2014.

## 14 Анализ и оценка результатов испытаний

14.1 На основании данных, полученных при испытаниях, производят оценку прочности конструкции вагона, фитинговых упоров и их крепления на вагоне.

14.2 Условием прочности конструкции вагона является:

- отсутствие видимых повреждений элементов конструкции (трещин сварных швов или основного металла, нарушение геометрии), а также отсутствие деформаций или повреждения фитинговых упоров и их крепления на вагоне;
- суммарные напряжения в исследуемых элементах, полученные после реализации всех предусмотренных настоящей методикой режимов нагружения, не должны превышать допускаемых в соответствии с I расчетным режимом при соударениях по «Нормам...» и режиму Ia по ГОСТ 33211-2014.

14.3 Оценку ходовых качеств и безопасности движения вагона производят путем сравнения полученных экстремальных величин контрольных показателей при допускаемых скоростях согласно приказу МПС России № 41 от 12.11.2001 г. с нормативными значениями, указанными в таблице 4.

Таблица 4 - Предельные значения динамических показателей вагона

| Показатель                                                                     | НД, устанавливающий требования к контролируемой характеристике (параметру) вагона (обозначение, номер пункта) | Груженный режим |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Коэффициент вертикальной динамики обрессоренных частей тележки (кузова вагона) | ГОСТ 33211-2014 таблица 14                                                                                    | 0,65            |
|                                                                                | РД 24.050.37.95 таблица 7.1                                                                                   | 0,60            |
|                                                                                | «Нормы...» таблица 3.11                                                                                       | 0,65            |
|                                                                                | Приказ МПС России № 41 приложение 7                                                                           | 0,60            |
| Коэффициент вертикальной динамики необрессоренной рамы тележки                 | ГОСТ 33211-2014 таблица 14                                                                                    | 0,90            |
|                                                                                | РД 24.050.37.95 таблица 7.1                                                                                   | 0,80            |
|                                                                                | «Нормы...» таблица 3.11                                                                                       | 0,85/0,90*      |
|                                                                                | Приказ МПС России № 41 приложение 7                                                                           | 0,80            |
| Отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке                    | ГОСТ 33211-2014 таблица 14                                                                                    | 0,38            |
|                                                                                | РД 24.050.37.95 таблица 7.1                                                                                   | 0,38            |
|                                                                                | «Нормы...» таблица 3.11                                                                                       | 0,38            |
|                                                                                | Приказ МПС России № 41 приложение 7                                                                           | 0,30            |

Продолжение таблицы 4

| Показатель                                                                                                                      | НД, устанавливающий требования к контролируемой характеристике (параметру) вагона (обозначение, номер пункта)               | Груженный режим                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Коэффициент устойчивости колеса от схода с рельсов при доверительной вероятности 0,0001                                         | ГОСТ 33211-2014 таблица 14<br>РД 24.050.37.95 таблица 7.1<br>«Нормы...» п. 3.4.4<br>Приказ МПС России № 41 приложение 7     | 1,30<br>1,25<br>1,30<br>1,30              |
| Коэффициент устойчивости вагона от опрокидывания при движении по кривым участкам пути                                           | ГОСТ 33211-2014 п. 7.4<br>РД 24.050.37.95 таблица 7.1<br>«Нормы...» таблица 3.11                                            | 1,30/1,15**<br>1,80/1,80**<br>1,30/1,20** |
| Вертикальные ускорения кузова вагона                                                                                            | ГОСТ 33211-2014 таблица 14<br>РД 24.050.37.95 таблица 7.1<br>«Нормы...» таблица 3.11<br>Приказ МПС России № 41 приложение 7 | 0,65<br>-<br>0,65<br>0,60                 |
| Горизонтальные ускорения кузова вагона                                                                                          | ГОСТ 33211-2014 таблица 14<br>РД 24.050.37.95 таблица 7.1<br>«Нормы...» таблица 3.11<br>Приказ МПС России № 41 приложение 7 | 0,45<br>-<br>0,45<br>0,25                 |
| * в числителе – для случая разгрузки, в знаменателе – нагрузки<br>** в числителе – наружу кривой, в знаменателе – внутрь кривой |                                                                                                                             |                                           |

14.4 Оценка сопротивления усталости конструкции вагона производится по коэффициенту запаса сопротивления усталости, который по «Нормам...» должен быть не менее 1,5, по ГОСТ 33211-2015 – не менее 1,15, для срока службы вагона, указанного в ТЗ или ТУ на вагон.

14.5 Оценку срока службы фитингового упора по результатам ресурсных стендовых испытаний производят путем сравнения накопленного при испытаниях усталостного повреждения с усталостным повреждением эквивалентным расчетному назначенному ресурсу.

14.6 При проведении ресурсных испытаний на продольные нагрузки при многократных соударениях вагонов оценку срока службы испытываемого вагона производят путем сравнения накопленного при испытаниях усталостного повреждения с усталостным повреждением эквивалентным расчетному назначенному ресурсу.

14.7 Условием подтверждения ресурса конструкции фитингового упора при проведении ресурсных стендовых испытаний является:

- отсутствие повреждений элементов конструкции фитингового упора, препятствующих дальнейшей безопасной эксплуатации;
- выполнение неравенства (1).

14.8 Условием подтверждения ресурса конструкции вагона при проведении ресурсных испытаний на продольные нагрузки при многократных соударениях вагонов является:

- отсутствие повреждений элементов конструкции вагона, фитинговых упоров и их крепления на вагоне, препятствующих дальнейшей безопасной эксплуатации;
- выполнение неравенства (1).

## **15 Ссылочная документация**

1 ГОСТ 25.101-83 Расчеты и испытания на прочность. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистического представления результатов

2 ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

3 ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

4 ГОСТ 10791-2011 Колеса цельнокатаные. Технические условия

5 ГОСТ 33211-2014 Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам

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

7 ГОСТ Р 51672-2000 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения

8 ГОСТ Р 53350-2009 Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса

9 РД 24.050.37.95 Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества. М.: ГосНИИВ, 1995 г., 102 с

10 Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утв. приказом Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г.

11 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996 г., 317 с

12 Рекомендации по расчетам, конструкции и испытаниям вагонов-платформ для перевозки крупнотоннажных контейнеров с массой брутто до 36 т.: ОАО «ВНИИЖТ», 2015 г.

13 Правила изготовления контейнеров. Часть IV. Контейнеры-цистерны: Российский морской регистр судоходства, 2003 г.

14 Приказ МПС № 41 от 12.11.2001 г. О нормах допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм

15 Вагоны-платформы увеличенной длины. Типовая методика испытаний на сопротивление усталости: ВНИИЖТ; ИЦ «Азовмаштест»; НВЦ «Вагоны», 2006 г., 16 с

## Приложение А

### Обоснование возможности применения имитатора без жидкости

В соответствии с Международными конвенциями, Кодексами и Соглашениями, а также в соответствии с частью IV, главой 3 Правил изготовления контейнеров морского регистра судоходства (РС), а также ГОСТ 31314.3-2006 (ИСО 1496-3:1995) «Контейнеры грузовые серии 1. Технические требования и методы испытаний, часть 3 Контейнеры-цистерны для жидкостей, газов и сыпучих грузов под давлением», ГОСТ 31231-2014 «Контейнеры для перевозки опасных грузов, типовые методы испытаний» прототипы всех моделей контейнер-цистерн (КЦ) до постановки их на серийное производство проходят статические испытания (подъем за верхние угловые фитинги, поперечный перекося, продольный перекося, продольное крепление, поперечное крепление, испытание контактных (опорных) площадок, прочность мостков, прочность лестниц), динамические испытания на удар, испытания на прочность с установкой тензометрических датчиков (испытание давлением) и герметичность. При положительных результатах испытаний компетентный орган (в РФ компетентным органом определен РС) выдает Свидетельство о типовом одобрении типа конструкции. Если КЦ изготавливают серийно без изменений конструкции свидетельство действительно на всю серию одной модели, при этом каждый изготовленный под техническим наблюдением РС КЦ при вводе в эксплуатацию подвергается испытаниям на прочность (испытание давлением) и герметичность с последующим оформлением на каждый контейнер соответствующего сертификата.

В соответствии с требованиями части IV, глава 2, Правил изготовления контейнеров морского регистра судоходства (РС), а также главы 6.7 СМГС и других международных нормативных документов, регламентирующих перевозку опасных грузов различными видами транспорта, цистерна должна быть жестко соединена с элементами каркаса КЦ, кроме того оговаривается, что

опоры и крепление цистерны к каркасу не должны вызывать опасных местных концентраций напряжений в сосуде, что подтверждается расчетами, представляемыми в РС на одобрение, и испытаниями КЦ.

Для исключения возможности возникновения гидроудара при перевозке жидких грузов и сжиженных газов в КЦ:

1) заполняемость цистерны должна быть в пределах:

- для жидких грузов 80-97,5 % от общей вместимости или менее 20 %;
- для сжиженных газов 80-85 % от общей вместимости или менее 20 %.

Начальная степень наполнения КЦ должна быть такой, чтобы в случае повышения температуры содержимого до уровня, при котором давление насыщенных паров равно максимально допустимому рабочему давлению, объем, занимаемой жидкости, не превышал 98 %.

Заполняемость цистерны в пределах 20-80 % от вместимости допускается:

- если КЦ разделена с помощью волногасительных перегородок на отсеки максимальной вместимостью 7500 л;

- для жидкостей, кинематическая вязкость которых при 20 °С составляет 2680 мм<sup>2</sup>/с и более;

- для расплавленных веществ, кинематическая вязкость которых при температуре наполнения составляет 2680 мм<sup>2</sup>/с и более.

Таким образом, влияние колебания жидкости в КЦ на динамические и прочностные показатели вагона-платформы мало, следовательно, возможно проведение испытаний вагонов-платформ с применением имитаторов контейнеров без использования жидкого груза.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ:

«Вагоны-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров массой  
брутто до 36 т. Типовая методика испытаний»

АО «Алтайвагон»

---

ЗАО «ИЦ ТСЖТ»

---

ООО «ТИЦ ЖТ»

---

ООО «УКБВ»

---

ООО УК «РэйлТрансХолдинг»

---

АО «ВНИКТИ»

---

АО «НВЦ «Вагоны»

---

ООО «ИЦ ВЭИП»

---

АО «Рузхиммаш»

---

ОАО «Трансмаш»

---

ОАО «ЗМК»

---

АО «Рославльский ВРЗ»

---