**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

# ВАГОНЫ ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ. Методы испытаний на прочность и ходовые качества

**СТ РК 1846-2008**

**Издание официальное**

**Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт)**

**Астана**

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

**1 ПОДГОТОВЛЕН** Товариществом с ограниченной ответственностью «СтройИнжиниринг Астана».

**ВНЕСЕН** Комитетом транспорта и путей сообщения Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан.

**2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от «25» декабря 2008 года № 656 - од

**3** В настоящем стандарте реализованы положения Закона Республики Казахстан «О техническом регулировании» и Закона Республики Казахстан «О железнодорожном транспорте».

**4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ** **2013 год**
**ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ** **5 лет**

**5 ВВЕДЕН ВЗАМЕН** ОСТ 24.050.37-84 Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

## Содержание


| | | |
|---|---|---|
| 1 | Область применения | 1 |
| 2 | Нормативные ссылки | 1 |
| 3 | Термины и определения | 2 |
| 4 | Общие положения | 3 |
| 5 | Виды, цели и основные задачи испытания | 3 |
| 6 | Средства измерений и оборудование | 5 |
| 7 | Проведение испытаний | 8 |
| 8 | Требования безопасности | 17 |
| 9 | Обработка материалов и оценка результатов испытаний | 19 |
| | Приложение А (рекомендуемое) Перечень рекомендуемых средств измерений | 24 |
| | Приложение Б (рекомендуемое) Схема установки тензорезисторов в сечениях элементов вагонов | 26 |
| | Приложение В (рекомендуемое) Схема расположения сечений и установки тензорезисторов на раме четырехосного полувагона | 27 |
| | Приложение Г (Рекомендуемое) Схема расположения сечений и установки тензорезисторов на кузове пассажирского вагона | 29 |
| | Приложение Д (рекомендуемое) Схема установки и соединения тензорезисторов на автосцепке для измерения продольных сил | 30 |
| | Приложение Е (рекомендуемое) Установка прогибомера для измерения вертикальных прогибов рессорного комплекта тележки грузового вагона | 31 |
| | Приложение Ж (рекомендуемое) Схема установки и соединения тензорезисторов для измерения горизонтальных (рамных) сил (сечения с индексом «I») и вертикальных сил (сечения с индексом «В») на раме тележки грузового вагона | 32 |
| | Приложение И (справочное) Схема установки надрессорной балки тележки на гидропульсаторной машине при испытаниях на усталость | 34 |
| | Приложение К (рекомендуемое) Методика вероятностно-статистической обработки результатов испытаний на усталость | 35 |
| | Приложение (справочное) Библиография | 36 |

# ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ВАГОНЫ ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ. Методы испытаний на прочность и ходовые качества

**Дата введения 2009-07-01**

### 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на грузовые и пассажирские вагоны и устанавливает общие методы испытаний на прочность и ходовые качества опытных образцов новых (или модернизированных) грузовых и пассажирских несамоходных вагонов (далее - вагонов) и их узлов, а также вагонов промышленного транспорта, предназначенных для эксплуатации на сети железных дорог Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан, при проведении предварительных и приемочных испытаний.

Настоящий стандарт может быть использован при проведении сертификационных, исследовательских, аттестационных, квалификационных, типовых и периодических испытаний серийных грузовых и пассажирских вагонов, а также при испытаниях самоходных вагонов магистральных железных дорог, транспортеров, вагонов промышленного и городского транспорта в объемах на конкретные изделия.

### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

СТ РК 2.1 -2000 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Термины и определения.

СТ РК 2.4 -2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.

СТ РК 2.18 – 2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Порядок разработки, метрологической аттестации, регистрации и применения.

СТ РК 2.21-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений.

СТ РК 2.30-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок проведения метрологической аттестации средств измерений.

**Издание официальное**

СТ РК 2.75 – 2004 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок аттестации испытательного оборудования.

ГОСТ 2.733-96 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические детекторов ионизирующих излучений в схемах.

СТ РК 4.10 – 2005 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок заказа, разработки, постановки на производство, проведе-ния испытаний и утилизации железнодорожной техники.

ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ 8.010-90 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.

ГОСТ 8.286-78 Государственная система обеспечения единства измерений. Секундомеры электрические. Методы и средства поверки.

ГОСТ 8.423-81 Государственная система обеспечения единства измерений. Секундомеры механические. Методы и средства поверки.

ГОСТ 15.001-88 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения.

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

ГОСТ 23207-78 Сопротивление усталости. Основные термины, определения и обозначения.

ГОСТ 23213-84 Скоростемеры локомотивные. Общие технические условия.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются термины по СТ РК 2.1, ГОСТ 23207 и ГОСТ 16504, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 Испытания статические:** Испытания, при которых определяются напряжения и деформации конструкции при воздействии на объект заданной нагрузки, не изменяющейся во времени в процессе данного этапа измерений.

**3.2 Испытания на соударение:** Испытания, при которых проверяются напряженное состояние, прочность и устойчивость элементов вагона от удара в автосцепку (с заданной силой или скоростью соударения), наносимого с помощью вагона-бойка.

**3.3 Испытания ходовые динамические:** Испытания, при которых определяются показатели ходовых качеств вагона при его движении с

заданной полезной нагрузкой и с различными скоростями на характерных участках железнодорожного пути.

**3.4 Испытания ходовые прочностные:** Испытания, при которых определяются количественные характеристики динамической нагруженности элементов вагона при его движении с заданной полезной нагрузкой и с различными скоростями на характерных участках железнодорожного пути.

**3.5 Испытания кузовов вагонов вибрационные:** Испытания по определению собственных частот и форм изгибных колебаний кузовов вагонов.

**3.6 Испытания по воздействию на путь:** Испытания, при которых определяются показатели, характеризующие нагруженность элементов железнодорожного пути под воздействием движущегося подвижного состава.

**3.7 Тарировка измерительного оборудования:** Совокупность операции по определению градуировочной характеристики измерительных устройств, установок приспособлений не имеющих метрологических свойств.

## 4 Общие положения

4.1 Испытания на прочность и ходовые качества являются частью комплекса испытаний, которым должен подвергаться опытный (экспериментальный) образец каждого нового (или модернизированного) вагона.

Общие цели и порядок проведения испытаний установлены СТ РК 4.10 и ГОСТ 15.001.

4.2 Схемы и характер приложения испытательных нагрузок к вагону и его элементам должны имитировать основные расчетные эксплуатационные условия нагружения конструкции и обеспечивать сопоставимость или пересчет на схемы нагружения, в соответствии с ГОСТ 2.73 и [1].

4.3 При проведении испытаний ведется журнал, в который заносятся все необходимые данные по испытаниям: режимы и условия приложения нагрузок, порядок измерений, особенности условий окружающей среды.

4.4 По результатам испытаний составляется научно-технический отчет (отчеты), который оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32 и является основным документом, содержащим исчерпывающие сведения о выполненной работе.

Примечание - При необходимости по отдельным разделам и этапам испытаний допускается составление протоколов (актов) и промежуточных отчетов.

## 5 Виды, цели и основные задачи испытания

5.1 Настоящий стандарт устанавливает следующие основные виды испытаний вагонов:

- статические на прочность;

- на соударение;
- стендовые на усталость;
- ходовые динамические;
- ходовые прочностные.

5.2 Общей целью испытаний, указанных в 5.1, является экспериментальная проверка прочности (несущей способности) конструкции и ходовых качеств вагона (по безопасности, комфорту и другим показателям) применительно к заданным условиям эксплуатации на основе критериев и требований нормативно-правовых актов Республики Казахстан.

5.2.1 Задачей статических испытаний на прочность является исследование и оценка напряженного состояния, деформаций, устойчивости конструкции вагона и его узлов при действии заданных статических нагрузок, имитирующих основные расчетные эксплуатационные нагрузки, а также проверка принятых при проектировании методов и схем расчетов конструкций на прочность.

5.2.2 Задачей испытаний на соударение является исследование и оценка напряженного состояния, проверка прочности и устойчивости вагона и его узлов при ударе в автосцепку с заданной силой или скоростью соударения.

5.2.3 Задачей стендовых испытаний на усталость является исследование сопротивления усталости несущей конструкции вагона в целом или его натурных узлов при заданных режимах вибрационного или ударного нагружения.

5.2.4 Задачей ходовых динамических испытаний является определение и оценка показателей ходовых качеств вагона при движении с различными скоростями и режимами загружения на характерных участках пути.

5.2.5 Задачей ходовых прочностных испытаний является определение динамических напряжений в основных несущих элементах и узлах конструкции, а также величины отдельных динамических сил, возникающих при движении вагона с заданной нагрузкой, с различными скоростями, на характерных участках железнодорожного пути, в целях уточнения оценки прочности несущей конструкции вагона.

5.2.6 Ходовые динамические и ходовые прочностные испытания, как правило, следует объединять по времени и месту проведения.

5.3 Кроме указанных основных видов испытаний, для отдельных типов или узлов вагонов могут предусматриваться дополнительные виды испытаний, проводимые по специальным методикам.

***Пример - Стендовые вибрационные испытания кузовов вагонов по определению собственных частот изгибных колебаний, испытания на прочность кузовов полувагонов при разгрузке их на вагоноопрокидывателе, динамические испытания кузовов при воздействии накладного вибратора, квазистатические разрушающие испытания (которые, в частности, являются обязательными для литых деталей тележек и корпусов поглощающих аппаратов грузовых вагонов), испытания по воздействию вагонов на путь и другие.***

5.4 Конкретный перечень видов испытаний с указанием их объема, задач и порядка проведения с учетом особенностей данного вагона устанавливается программой и методикой испытаний в соответствии с техническим заданием на проектирование и СТ РК 2.18 и СТ РК 2.21.

## 6 Средства измерений и оборудование

6.1 При испытаниях вагонов на прочность и ходовые качества применяют измерительные первичные и масштабные преобразователи, устройства балансировки, показывающие, регистрирующие, суммирующие, интегрирующие и другие приборы, устройства и приспособления.

Основные технические характеристики средств измерений приведены в приложении А.

6.1.1 В качестве первичных измерительных преобразователей (датчиков) применяются:

- тензорезисторы с базой от 10 мм до 20 мм для регистрации деформаций, напряжений и сил в элементах конструкции, при исследовании концентрации напряжений в отдельных зонах конструкции должны применяться тензорезисторы с меньшей базой;
- преобразователи перемещений индуктивные, реохордные и специальные для измерения прогибов рессорных комплектов, взаимных перемещений элементов вагона, хода поглощающего аппарата автосцепки и т.п.;
- ускорениемеры (акселерометры) различной конструкции с использованием фильтров нижних частот для измерения виброускорений элементов вагона или груза;
- преобразователи давления, манометры, микрометры, специальные мессдозы, динамометры (в т.ч. автосцепки-динамометры, тензометрические колесные пары и т.п.).

6.1.2 В качестве масштабных преобразователей используются:

- тензометрические усилители одноканальные для статических измерений;
- тензометрические усилители многоканальные с несущей частотой от 2,5 кГц до 4,0 кГц для динамических измерений;
- тензометрические усилители с несущей частотой свыше 20 кГц для измерений высокочастотных процессов;
- специальные комплекты аппаратуры для измерения ускорений и вибраций.

6.1.3 В качестве регистрирующих приборов при испытаниях на соударение, ходовых динамических и ходовых прочностных испытаниях используются светолучевые осциллографы с записью процессов на фотобумагу и магнитографы.

При статических испытаниях регистрацию показаний приборов допускается осуществлять путем визуального отсчета по шкале усилителя с применением коммутационного переключателя измерительных цепей первичных преобразователей.

Примечание - Рекомендуется автоматизировать процесс статических испытаний путем применения, измерительных установок (самобалансирующихся мостов) с автоматическими переключателями, аппаратуры с выдачей результатов измерений на печать и перфоленту с последующей обработкой и оформлением результатов испытаний на персональном компьютере с наличием соответствующих программ по статистике испытаний.

6.1.4 При использовании для записи динамических процессов магнитографов обработка результатов измерений выполняется с помощью комплекса автоматизированной обработки опытных данных на базе персонального компьютера с наличием соответствующего программного обеспечения.

При записи процессов на фотобумажные ленты для обработки осциллограмм следует применять приборы автоматического считывания процессов.

Примечание - Допускается обработку осциллографических лент производить вручную с помощью масштабной линейки.

6.2 В качестве основного оборудования при статических испытаниях используются:

- специальные стенды с мощной рамой-каркасом и гидравлическими силовозбудителями (домкратами) для испытаний вагонов на продольное сжатие-растяжение, испытаний рам тележек и других узлов вертикальными и горизонтальными нагрузками;

- специальные насосные установки налива и слива воды для испытаний вагонов вертикальной нагрузкой, а также котлов цистерн на гидростатическое избыточное давление и на вакуум;

- типовые испытательные машины, различные приспособления и другие устройства.

6.2.1 Применяемое оборудование должно обеспечивать:

- плавное регулирование уровня статического нагружения исследуемого объекта в соответствии с установленными режимами;

- точность установления заданной нагрузки с погрешностью измерения не более 5 %;

- стабильность величины установленной нагрузки в течение времени, необходимого для снятия показаний приборов и осмотра испытуемой конструкции.

6.3 В качестве основного оборудования при испытаниях на усталость используются:

- типовые гидропульсаторные установки;

- специальные стенды (электромагнитные резонансные, пневмоэлектромагнитные электромеханические резонансные, маятниковые копры с пневмоприводом и другие).

6.3.1 Оборудование, применяемое для испытаний на усталость, должно обеспечивать:

- возможность установки и систематического контроля заданного режима нагрузки на объект (образец) в соответствии с программой и методикой испытаний;
- стабильность и точность установленного режима испытаний;
- автоматическую регистрацию количества циклов изменения нагрузки.

6.4 В качестве основного оборудования при ходовых динамических и ходовых прочностных, а также при испытаниях на соударение используются вагоны-лаборатории, в которых размещаются необходимые средства измерений. Для проведения испытаний на соударение рекомендуется применять механизированные стенды-горки.

6.4.1 Вагоны-лаборатории должны иметь:

- источник электроэнергии (аккумуляторные батареи, дизель-электростанцию) для питания аппаратуры;
- комплект специальных экранированных кабелей для соединения первичных и масштабных преобразователей;
- комплект необходимых масштабных преобразователей и регистрирующих приборов;
- коммутационные и распределительные щиты;
- измерители и отметчики времени (электронные или механические секундомеры по ГОСТ 8.286 и ГОСТ 8.423) для синхронизации записей и определения частоты динамических процессов;
- скоростемеры по ГОСТ 23213;
- отметчики оборотов колеса;
- многоканальные электронные осциллографы (индикаторы) для контроля записываемых на магнитографы процессов;
- телефоны или портативные радиостанции для осуществления связи между вагоном-лабораторией и локомотивом, а также с другими вагонами-лабораториям;
- необходимый инструмент, приборы, материалы и вспомогательное оборудование.

Целесообразно устанавливать в вагоне-лаборатории специализированный обрабатывающий комплекс на базе персонального компьютера с наличием соответствующего программного обеспечения для анализа регистрируемых процессов, а также использовать для визуального наблюдения за работой узлов подвижного состава в движении промышленно-телевизионные установки.

6.5 Применяемые средства измерений должны обеспечивать регистрацию и возможность анализа исследуемых динамических процессов в

необходимом диапазоне частот (обычно до 200 Гц, а в отдельных обоснованных случаях до 1000 Гц).

6.6 Средства измерений, применяемые при испытаниях, должны иметь сертификат об утверждении типа в соответствии с СТ РК 2.21 или метрологической аттестации в соответствии с СТ РК 2.30, быть зарегистрированы в реестре Государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан и поверенными в соответствии с СТ РК 2.4, испытательное оборудование, воспроизводящее нормированные внешние воздействующие факторы и (или) нагрузки, подлежит аттестации в соответствии с СТ РК 2.75.

6.6.1 Масштабы регистрируемых процессов при этом определяются шунтированием каналов усилителя прецизионным резистором.

6.6.2 Масштабы процессов при регистрации ускорений определяются величиной выходных сигналов усилителя, эквивалентных ускорению 1 g[1)].

## 7 Проведение испытаний

### 7.1 Статические испытания на прочность

7.1.1 Статическим испытаниям на прочность подвергаются несущие металлоконструкции кузовов вагонов, тележек и их узлов.

7.1.2 Виды испытательных нагрузок и схемы их приложения определяются программой и методикой испытаний с учетом указаний требований технического задания на проектирование вагона и условий эксплуатации.

Величина испытательной нагрузки $P_И$ в общем виде определятся из выражения:

$$P_И = K_Ф \times P_Р \qquad (1)$$

где $P_И$ – Величина испытательной нагрузки;

$K_Ф$ – коэффициент форсирования;

$P_Р$ – соответствующая расчетная нагрузка.

7.1.2.1 Основные виды испытательных нагрузок и коэффициенты форсирования рекомендуется принимать согласно таблице 1, при использовании которой следует иметь ввиду, что:

- первые значения коэффициента $K_Ф$ относятся к кузовам или тележкам пассажирских вагонов, а вторые - грузовых вагонов;
- на избыточное внешнее давление испытываются только те котлы цистерн, у которых расчетный коэффициент запаса устойчивости цилиндрической оболочки менее 1,2;
- для кузовов некоторых типов вагонов (бункерных, цистерн, транспортеров) затруднительно осуществить форсирование нагрузки, в связи с чем величина $K_Ф$ может быть снижена до 1,0.

---

[1)] ускорение свободного падения).

Таблица 1- Основные виды нагрузок для статических испытаний кузовов и тележек вагонов

| Виды испытательных нагрузок $P_И$ | Коэффициент форсирования $K_Ф$ | | Виды расчетных нагрузок $P_Р$ |
|---|---|---|---|
| Вертикальная, равномерно распределенная по площади пола вагона | 1,3 | 1,5 | Вертикальная статическая нагрузка брутто на кузов |
| Продольная, приложенная к упорам автосцепного устройства (± 2,5 МН) | | | Продольная нагрузка по оси сцепления |
| растягивающая | 1,0 | | |
| сжимающая | 1,0 | | |
| Поперечная, приложенная к боковым стенкам кузовов грузовых вагонов | 1,2 | | Максимальное расчетное усилие распора сыпучим или длинномерным скатывающимся грузом |
| То же | 1,2 | | Горизонтальная поперечная нагрузка от центробежной силы, действующей на груз |
| Вертикальная, равномерно распределенная по площади подпятника (скользунов) надрессорной и соединительных балок тележек | 1,7 | 2,0 | Вертикальная статическая нагрузка брутто на тележку |
| Горизонтальная продольная, приложенная к раме тележки по оси опоры кузова на тележку | 2,0 | 3,0 | Горизонтальная сила инерции массы тележки, соответствующая продольному ускорению 3g |
| Горизонтальная поперечная, приложенная к раме (боковине) тележки от надрессорной балки | 1,0 | 2,0 | Горизонтальная боковая сила, равная половине расчетной статической вертикальной нагрузки брутто на раму (боковину) тележки |
| Внутреннее давление в котле цистерны | 1,0 | | Сумма рабочего давления и расчетного давления от гидроудара (рабочее давление принимается по регулировке предохранительного клапана) |
| Избыточное внешнее давление, действующее на котел цистерны | 1,0 | | Избыточное внешнее давление, равное 50 КПа |
| Внутреннее давление в грузовых емкостях с пневмовыгрузкой | 1,5 | | Рабочее давление (по регулировке предохранительного клапана) |

7.1.2.2 Кроме основных испытательных нагрузок, указанных в таблице 1, отдельные узлы вагонов должны доиспытываться на дополнительные испытательные нагрузки, если они предусмотрены техническим заданием, например:

- горизонтальные поперечные нагрузки, возникающие при перевозке вагона на морских паромах;
- горизонтальные поперечные нагрузки от продольных сил, возникающие при прохождении вагона в кривых участках пути;
- усилия, прилагаемые к вагону при техническом обслуживании и ремонте и т.п.

Величины этих нагрузок задаются в программе и методах испытаний на основании рекомендаций завода-производителя по нагрузочной устойчивости на данный вагон.

7.1.3 Для создания испытательных нагрузок рекомендуется использовать гидравлические устройства. Допускается использование и других устройств, а также силы тяжести конструкции и мерного груза (в том числе воды).

7.1.4 Установка приборов для измерения напряжений и деформаций конструкции производится согласно программе и методов испытаний по схеме, обоснованной данными типовых расчетов и опытом. При этом должно быть обеспечено достаточно подробное исследование напряженного состояния несущих элементов конструкции как в основных расчетных сечениях, так и в зонах концентрации напряжений (приложение Б).

Допускается использование симметричности конструкции в целях уменьшения объема измерений (приложения В и Г).

Измерения в основных элементах для важнейших точек должны дублироваться по симметричным углам и сечениям, в том числе в зоне шкворневых узлов и консольных частей хребтовой балки.

7.1.5 В процессе испытаний опытный объект загружается поочередно предусмотренными программой и методикой испытаний испытательными нагрузками. При этом производятся измерения и наблюдения за работой конструкции. В обоснованных случаях производится загружение конструкции суммарным действием нескольких испытательных нагрузок, например, вертикальной и продольной нагрузками и т.п.

7.1.5.1 Испытательные нагрузки следует прикладывать ступенями. Полный цикл нагружения-разгружения (например, по схеме 0 - 50 % - 100 % - 50 % - 0 и т.п.) повторяется три раза при устойчивых показаниях приборов (стабильные разности отсчета и отсутствие дрейфа нуля). В противном случае количество циклов следует увеличить.

7.1.5.2 После каждой ступени нагрузки записываются показания приборов и определяются разности показаний предыдущей и последующей ступени. Знак разности (знак деформации) определяется по результатам

градуировки измерительной схемы (например, с помощью шунтирования рабочего плеча мостовой схемы).

**7.2 Испытания на соударение**

7.2.1 Испытаниям на соударение подвергаются полностью достроенные и оборудованные вагоны.

До начала испытаний на соударение вагон, как правило, должен быть подвергнут статическим испытаниям.

7.2.1.1 Опытный вагон должен быть загружен типичным для него и соответственно размещенным грузом, взвешен и оборудован автосцепкой-динамометром (приложение Д), предварительно протарированной статической нагрузкой на прессе или стенде и обеспечивающей достоверную регистрацию сил в требуемом диапазоне (не менее, чем до 3,0 МН).

7.2.1.2 Вагон должен быть оборудован измерительными приборами и вспомогательными приспособлениями в соответствии с программой и методикой испытаний.

7.2.1.3 Установленные приборы не должны нарушать нормальное взаимодействие всех элементов вагона.

7.2.2 Испытания на соударение проводятся на обычном участке железнодорожного пути с помощью локомотива или на специальных механизированных горках.

7.2.2.1 Испытания на соударение проводятся в подпертом и свободном состоянии опытного вагона. Для создания подпора допускается применять сцеп из трех-четырех заторможенных груженых грузовых вагонов общей массой не менее 300 т, перемещения которых могут быть ограничены специальными упорами (башмаками).

7.2.2.2 Все типы вагонов следует испытывать на соударение с полной расчетной загрузкой, а также, в случае необходимости, в порожнем состоянии вагонов с полностью установленным штатным оборудованием.

7.2.2.3 Соударение вагонов осуществляется путем накатывания на опытный вагон вагона-бойка. Масса вагона-бойка должна быть указана в программе и методике испытаний. Для 4-х осных грузовых вагонов железных дорог Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан рекомендуется масса вагона-бойка, равная $(90^{+5}_{0})$ т, для пассажирских равная $(55^{+5}_{0})$ т.

7.2.2.4 Соударения проводятся со скоростью от 2 до 3 км/ч до максимальной скорости, установленной программой и методикой испытаний, с интервалами по 1-2 км/ч.

В каждом диапазоне скорости должно быть произведено не менее пяти соударений - опытов.

7.2.2.5 Максимальная скорость соударения устанавливается программой и методикой испытаний. Если максимальная скорость

соударения специально не обоснована, то она принимается для четырехосных вагонов равной 12 км/ч. Максимальная сила удара не должна превышать расчетную по более чем на 10 %.

7.2.3 Во время испытаний на соударение измеряются и регистрируются:

- сила удара в автосцепку;
- скорость набегания вагона-бойка к моменту удара;
- динамические напряжения в элементах вагона;
- продольные ускорения кузова, тележки и других узлов конструкции (при необходимости);
- ход поглощающего аппарата.

7.2.4 В процессе испытаний на соударение должно производиться систематическое наблюдение за работой конструкции вагона и его оборудования. Для грузовых магистральных вагонов после достижения скорости соударения, создающей силу удара 2,5 МН, осмотр вагона производится после каждых трех соударений. После окончания испытаний осуществляется тщательный осмотр конструкции с фиксацией всех выявленных повреждений.

**7.3 Ходовые динамические и ходовые прочностные испытания**

7.3.1 К ходовым динамическим и ходовым прочностным испытаниям допускаются, как правило, полностью оборудованные вагоны, конструкции которых имеют достаточную прочность по результатам расчетов и предшествующих испытаний на прочность. Режим загрузки вагонов и другие требования устанавливаются программой и методикой испытаний.

7.3.1.1 Опытный вагон должен быть взвешен. Масса вагона не должна отличаться от предусмотренной программой и методикой испытаний более чем на 3 %.

7.3.1.2 Вагон должен быть оборудован измерительными приборами и приспособлениями в соответствии с программой и методикой испытаний.

7.3.1.3 Необходимые средства измерений размещаются в вагоне-лаборатории и соединяются с помощью кабелей с приборами, установленными на опытном вагоне. В отдельных случаях допускается размещать аппаратуру непосредственно в испытуемом вагоне, если это не нарушает режима ее работы.

7.3.2 Ходовые динамические и ходовые прочностные испытания проводятся на специальных экспериментальных полигонах или на выделенных участках сети железных дорог.

7.3.2.1 Необходимый объем опытных поездок и измерений устанавливается программой и методикой испытаний с учетом конкретных задач, степени новизны конструкции и предъявляемых к ней требований.

7.3.2.2 Сетевые участки железнодорожного пути, на которых проводятся ходовые динамические и ходовые прочностные испытания

вагонов, должны быть статистически представительными по конструкции, плану и профилю. Основные характеристики пути приводятся в программе и методике испытаний.

В общем случае протяженность сетевого участка пути, выделенного для испытаний несамоходных вагонов магистральных железных дорог, должна быть не менее 100 км (для двухпутных линий - суммарная протяженность обоих путей). При проведении испытаний других видов подвижного состава, а также на специально подготовленных полигонах протяженность участка пути может быть меньше.

7.3.2.3 При ходовых динамических испытаниях рекомендуется измерять и анализировать следующие величины и процессы:

- динамические, а также статические прогибы рессорного подвешивания (приложение Е, рисунок 1);
- характер и частоты колебаний вагона при движении (колебания кузова, рам тележек, виляние тележек и др.);
- вертикальные и горизонтальные (поперечные) ускорения кузова в зоне пятников (для пассажирских вагонов также в средней части кузова) и в других местах кузова вагона, указанных в программе и методике испытаний, а при необходимости и на раме тележек;
- динамические напряжения в надрессорных балках и рамах тележек (приложение Е, рисунок 2 и приложение Ж);
- динамические боковые (рамные) силы, действующие на буксы колесных пар (приложение Ж).

При необходимости могут применяться другие измерительные схемы, кроме приведенных в приложениях Е и Ж.

7.3.2.4 При ходовых прочностных испытаниях рекомендуется измерять и анализировать следующие величины и процессы:

- динамические напряжения в исследуемых узлах и элементах вагона;
- динамические силы, действующие на исследуемые узлы и элементы, а также их ускорения;
- колебания и взаимные перемещения элементов вагона.

7.3.2.5 Рекомендуется проводить ходовые динамические и ходовые прочностные испытания как сравнительные с использованием вагона-эталона, в качестве которого используется вагон серийной постройки, хорошо изученный и проверенный в эксплуатации.

7.3.3 До начала испытаний все установленные приборы, приспособления и измерительные схемы должны быть проверены и протарированы согласно п. 6.6. Контрольные проверки масштаба записи регистрируемых величин рекомендуется производить ежедневно до начала и после окончания каждого дневного цикла опытных поездок, а при необходимости - чаще.

7.3.3.1 Для определения фактических величин статических прогибов подвешивания, напряжений в элементах тележек от статической нагрузки

брутто, проверки чувствительности измерительных схем и т.д. производятся контрольные (тарировочные) подъемки кузова вагона до полного обезгруживания тележек.

Для снятия полной силовой характеристики рессорных комплектов, если это предусмотрено программой и методикой испытаний, производится предварительное нагружение их на стендах до соответствующей максимальной расчетной нагрузки. При необходимости производится определение силовых характеристик демпферов.

7.3.3.2 Тарировочные характеристики и установленные масштабы записи регистрируемых величин фиксируются в журнале испытаний после каждой проверки.

7.3.3.3 Для определения фактических показателей демпфирования и собственных частот колебаний вагона рекомендуется производить опыты по сбрасыванию вагона с клиньев (прокладок, устанавливаемых под колесами).

7.3.3.4 Если программой и методикой испытаний предусмотрено проведение испытаний с различными режимами загрузки, то при переходе с одного режима на другой должна производиться полная проверка всех измерительных приборов и схем с необходимыми тарировками измерительных устройств.

7.3.4 Изменения исследуемых величин при ходовых динамических и ходовых прочностных испытаниях рекомендуется производить путем набора требуемого объема записей (реализаций) при различных скоростях и режимах движения опытного поезда как на заранее выбранных намеченных, так и на случайных отрезках железнодорожного пути.

7.3.4.1 Регистрация измеряемых процессов должна производиться во всем проектном диапазоне эксплуатационных скоростей вплоть до скорости, превышающей конструкционную на 10 км/ч -15 км/ч, если это не угрожает безопасности движения.

Допускается при наличии соответствующего обоснования начинать измерения со скорости 40 км/ч - 50 км/ч.

7.3.4.2 Суммарная продолжительность записей (реализаций) исследуемых процессов в каждом интервале (10 км/ч - 20 км/ч) скоростей движения на различных отрезках пути при данном режиме загрузки должна быть не менее 180 с при регистрации процессов с использованием светолучевых осциллографов и не менее 300 с при регистрации процессов с помощью магнитографов.

Общий объем длительности, измерений основных процессов во всем диапазоне скоростей должен быть не менее:

при записи на осциллограф - 30 мин;

при записи на магнитограф - 60 мин.

7.3.4.3 Измерения должны производиться как при движении по прямым участкам пути, так и на кривых и стрелках.

При движении по кривым и стрелочным переводам необходимо соблюдать установленные правилами технической эксплуатации и инструктивными указаниями Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан нормативы скоростей движения, если программой и методикой испытаний не предусмотрено специальных режимов движения.

7.3.4.4 При регистрации измерительной информации несколькими устройствами их работа должна быть синхронизирована едиными сигналами - времени.

**7.4 Испытания на усталость**

7.4.1 Испытаниям на усталость подвергаются натурные узлы и элементы конструкции вагона, изготовленные в соответствии с утвержденной технической документацией. Допускается при необходимости дополнять конструкцию подготавливаемых для испытаний натурных узлов элементами, имитирующими смежные части конструкции вагона или предназначенными для закрепления узлов на испытательном стенде.

7.4.1.1 Предъявляемые к испытаниям на усталость образцы узлов должны быть приняты службой технического контроля завода-изготовителя. Качество изготовления узлов для испытаний на усталость должно соответствовать действующей технологии производства на заводе-изготовителе. Специальная улучшенная технология не должна иметь места, если это не предусмотрено программой и методикой испытаний.

7.4.1.2 Образцы должны быть промаркированы в соответствии с указаниями программой и методикой испытаний.

7.4.1.3 До начала испытаний образцы оборудуются приборами для измерения напряжений в характерных зонах конструкции, наладки и контроля режима испытаний, а также подвергаются контрольным статическим нагружениям по схеме, установленной программой и методикой испытаний, с замером величин напряжений в характерных зонах конструкции.

7.4.1.4 Схема установки образцов на испытательном стенде должна обеспечивать возможность их систематического осмотра в процессе испытаний без остановки стенда (приложение И).

7.4.2 В процессе испытаний на усталость исследуется циклическая долговечность конструкции при установленных программой и методикой испытаний режимах динамического вибрационного нагружения. Характер нагружения конструкции на стенде должен, возможно, ближе соответствовать схеме действия эксплуатационных нагрузок.

7.4.2.1 При испытаниях на усталость, как правило, испытаниям подвергается не менее 8-10 образцов данной конструкции. При этом каждый образец испытывается на заданном программой и методикой испытаний режиме переменной нагрузки до разрушения или до базы испытаний $N_б$. Целесообразно обеспечивать разрушение образцов при числе циклов, меньшем $N_б$, не менее чем на четырех разных уровнях нагрузки, имея в виду,

что на низшем уровне образец может выдерживать базу испытаний без разрушения. При сокращенных испытаниях испытываются 3-4 образца на одном форсированном уровне нагрузки или при ступенчато возрастающих нагрузках (по типу метода Локати).

7.4.2.2 Выбор режимов нагрузок при испытаниях на усталость осуществляется на основе расчетных данных и опыта стендовых и ходовых (динамических или прочностных) испытаний подобных конструкций таким образом, чтобы обеспечивалось равномерное распределение предельных долговечностей $N_i$ опытных образцов в пределах базы испытаний. При этом каждый образец подвергается воздействию циклически изменяющейся нагрузки с неизменными величинами ее максимального $P_{MAX}$ и минимального $P_{MIN}$ значения. При сокращенных испытаниях порядок нагружения образцов устанавливается программой и методикой испытаний.

При испытаниях фиксируются числа циклов, соответствующие образованию усталостной макротрещины $N_{TP}$ длиной 10 мм - 15 мм.

7.4.2.3 В зависимости от указаний программы и методики испытаний испытания на усталость проводятся либо при заданном коэффициенте ассиметрии цикла

$N = \frac{P_{MIN}}{P_{MAX}} = const$, либо при заданном уровне постоянной (средней) нагрузки цикла $P_m = const$.

В обоих случаях переменным фактором является величина амплитуды цикла $P_a$.

$$P_{ai} = 0,5 \times (P_{maxi} - P_{mini}) \quad (2)$$

$$P_{ai} = P_{maxi} - P_{mini} \quad (3)$$

где $P_{ai}$ – величина амплитуды цикла нагружения;

$i$ – цикл;

$P_{maxi}$ – максимальная величина нагрузки цикла нагружения;

$P_{mini}$ - минимальная величина нагрузки цикла нагружения;

7.4.2.4 При испытаниях на усталость элементов несущей конструкции вагонов база испытаний принимается равной 10 млн. циклов ($N_б = 10^7$), если программой и методикой испытаний не предусмотрена другая величина.

7.4.2.5 В процессе испытаний на усталость следует осуществлять постоянный (желательно автоматический) контроль за стабильностью заданного для образца режима нагружения. Допускается осуществлять контроль стабильности режима (дополнительно к штатным устройствам стенда) с помощью регистрации сигнала тензорезисторов, установленных на испытуемой образце или на специальном силоизмерительном элементе. Если

образец испытывается на режиме, требующем нескольких суток непрерывной работы стенда, то полный контроль режима испытаний (с кратковременной остановкой стенда) производится не реже одного раза в сутки.

7.4.2.6 По окончании испытаний образца (разрушение или достижение базы испытаний) он должен быть снят со стенда и тщательно осмотрен. В журнале испытании фиксируется вид и характер разрушения, описывается наблюдавшаяся кинетика развития усталостных повреждений.

## 8 Требования безопасности

### 8.1 Общие положения

8.1.1 При подготовке и проведении всех видов испытаний должны строго соблюдаться общие требования техники безопасности и производственной санитарии, инструкции по охране труда и технике безопасности, предусмотренные в промышленности и на железнодорожном транспорте, а также инструкции по работам на соответствующих стендовых установках.

8.1.2 Все работы по подготовке и проведению испытаний должны производиться под непосредственным руководством и контролем назначенного приказом руководителя испытаний или другого уполномоченного ответственного лица, которые перед данными испытаниями обязаны провести инструктаж всех участников работы по технике безопасности и охране труда и зарегистрировать (под расписку) в специальном журнале список лиц, прошедших инструктаж.

8.1.3 При проведении ходовых (динамических и прочностных) испытаний и испытаний на соударение журнал хранится в вагоне-лаборатории, предназначенной для их проведения.

При проведении стендовых испытании запись о проведении инструктажа ведется в журнале, принадлежащем данному цеху, стендовому участку (лаборатории).

8.1.4 Применяемое для испытании оборудование, вспомогательные средства, инструмент и приборы должны находиться в технически исправном состоянии и иметь соответствующие поверочные клейма или периодически контролируемые масштабные (градуировочные) характеристики согласно инструкции по эксплуатации приборов.

Оборудование должно обеспечивать безопасность обслуживания и использования.

8.1.5 Подготовка объекта к испытаниям должна предусматривать обеспечение максимального удобства и безопасности проведения всех предусмотренных программой операций.

8.1.6 Запрещается находиться в/на испытываемом вагоне во время проведения всех видов испытаний за исключением ходовых испытаний

подвижного состава, предназначенного для перевозки людей, а также случаев, специально оговоренных в программе и методике испытаний.

8.1.7 Находиться под испытуемым вагоном (при подготовке к испытаниям) или около него (при проведении испытаний) можно только с разрешения руководителя испытаний.

8.1.8 Лица моложе 18 лет к проведению испытаний не допускаются.

8.1.9 Доступ посторонним лицам в зону испытаний должен быть запрещен.

8.1.10 Испытатели во время испытаний должны быть обеспечены соответствующей спецодеждой.

При проведении испытаний на путях железных дорог (станциях и перегонах) испытатели обязаны работать в жилетах оранжевого цвета, одеваемых поверх верхней одежды.

8.2 Дополнительные требования при проведении стендовых испытаний.

8.2.1 Основным источником опасности при проведении стендовых испытаний вагона или его узлов является испытуемый объект при его транспортировке, установке на стенд или при снятии со стенда, при нагружении во время испытаний, подъемках с помощью кранового оборудования или домкратов.

Дополнительными источниками опасности могут быть подъемно-транспортные (крановые), сварочные, монтажные и др. операции в цехе (участке, лаборатории), где проводят стендовые испытания, не связанные с данными испытаниями.

8.2.2 Испытуемый объект должен быть установлен в специально выделенном помещении (цехе, участке, лаборатории), в котором . в процессе регистрации показаний приборов должна поддерживаться постоянная плюсовая температура воздуха от 10 °С до 30 °С и обеспечиваться общая освещенность не менее 50 лк.

8.2.3 При подготовке объекта к испытаниям допускается демонтировать отдельные не несущие элементы конструкции в целях облегчения процесса установки приборов, улучшения доступа к ним для проверки, наладки и снятия с них показаний.

8.2.4 После сборки и подготовки испытательных приспособлений производится обязательное апробирование соответствующей схемы нагружения.

8.2.5 Схема установки объекта испытаний должна предусматривать меры, предупреждающие угрозу для безопасности персонала при разрушении опытного объекта в процессе испытаний.

8.3. Дополнительные требования при проведении других видов испы-таний

8.3.1 Основными источниками опасности при подготовке и проведении испытаний вагонов вне стендов и лабораторий (на железнодорожных путях

Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан или предприятий) являются:

- транспортные передвижения испытуемого вагона;
- прохождение подвижного состава на соседних путях;
- операции по погрузке или разгрузке испытываемого вагона и движение транспорта по технологическим проездам.

8.3.2 Испытания вагона или другого подвижного состава на железнодорожных путях, требующие выхода испытателей из вагона-лаборатории, могут проводиться только в светлое время суток.

8.3.3 При остановке опытного поезда выход испытателей из вагона-лаборатории без разрешения руководителя испытаний запрещен.

8.3.4 Установленные приборы, приспособления и коммуникации не должны нарушать габарит подвижного состава и препятствовать нормальному взаимодействию всех элементов вагона, а также должны быть надежно закреплены, чтобы исключить возможность их падения или повреждения при движении.

8.3.5 При проведении ходовых испытаний и испытаний на соударение переход к более высоким скоростям движения допускается только после предварительного анализа результатов измерений, проведенных на меньшей скорости.

## 9 Обработка материалов и оценка результатов испытаний

### 9.1 Обработка материалов испытаний

9.1.1 Обработку материалов испытаний, зарегистрированных на осцилдографическую или магнитную ленту, рекомендуется выполнять с преимущественным использованием автоматизированных комплексов обработки опытных данных с применением статистических методов.

9.1.2 Форма представления результатов автоматизированной обработки должна быть удобной для выполнения дальнейшего анализа и использования в отчете.

9.1.3 При регистрации процессов на бумагу с помощью печатающего устройства (при статических испытаниях) и на осциллографическую бумагу (при испытаниях на соударение и ходовых испытаниях) допускается ручная обработка материалов измерений.

9.1.4 При статических испытаниях по осредненной разности показаний приборов по полному циклу нагружения-разгружения (за исключением разностей, признанных недостоверными) определяются напряжения от испытательных нагрузок. Напряжения от соответствующих расчетных нагрузок определяются умножением напряжений, полученных по результатам испытаний, на коэффициент пересчета.

Коэффициент пересчета определяется как отношение величины нормальной расчетной нагрузки к соответствующей испытательной при

совпадении схем приложения этих нагрузок. При несовпадении схем следует предварительно привести их в соответствие путем дополнительного расчета.

9.1.5 Обработка результатов ходовых испытаний вагонов предусматривает расшифровку и анализ зарегистрированных динамических процессов.

При анализе характера записей устанавливаются виды колебаний вагона, определяются их частоты, формы и оценивается зависимость характера колебаний от условии движения.

По величинам ускорений, динамических напряжений и прогибов по известным соотношениям с учетом тарировочных данных определяются показатели плавности хода вагона, коэффициенты вертикальной и горизонтальной динамики и боковые (рамные) усилия.

За величину рамного усилия, действующего на тележку от оси колесной пары, принимается сумма рамных усилий, действующих в один и тот же момент времени на раму от каждой буксы одной колесной пары.

При обработке осциллографических записей всех динамических процессов, как правило, учитываются только колебания основного тона частоты колебаний.

9.1.6 Результаты испытаний на усталость представляются в виде сводной таблицы (приложение К) и диаграммы выносливости в координатах $lg\ P_i - lg\ N_i$. Полученные опытные данные должны быть подвергнуты вероятностно-статической обработке для определения характеристик сопротивления усталости детали с учетом доверительной оценки их вероятностного рассеивания. При этом допускается исходить из логарифмически-нормального распределения предела выносливости и использовать методику линейного регрессионного анализа (приложение К).

9.1.7 Доверительную вероятность при оценках статистического рассеивания показателей прочности и ходовых качеств рекомендуется принимать равной $\alpha = 0{,}95$.

9.1.8 Анализ результатов всех видов испытаний должен выполняться с использованием всего объема полученной измерительной информации.

Предварительные оценки, сделанные по данным сокращенных испытаний или по неполным данным в процессе испытаний, должны быть впоследствии уточнены или подтверждены по результатам всего объема испытаний, предусмотренного программой и методикой испытаний.

### 9.2 Оценка результатов испытаний

9.2.1 Статические испытания на прочность.

9.2.1.1 Оценка прочности конструкции по результатам статических испытаний на прочность производится путем сопоставления осредненных, но симметричных точек суммарных напряжений от наиболее невыгодного возможного сочетания, одновременно действующих

нормативных нагрузок по соответствующим режимам с допускаемыми напряжениями [1].

При сложном напряженном состоянии с допускаемыми сравниваются эквивалентные напряжения.

9.2.1.2 При соответствующих обоснованиях и по согласованию с заказчиком в отдельных точках элементов вагона допускается превышение величины максимальных суммарных напряжений над допускаемыми по [1].

9.2.2 Испытания на соударение.

9.2.2.1 Оценку прочности элементов вагона следует производить по суммарным напряжениям от силы удара в автосцепку по 1 режиму [1] и от вертикальной статической нагрузки брутто.

Суммарные напряжения не должны превышать минимального предела текучести материала конструкции.

9.2.2.2 При оценке результатов следует учитывать данные визуального осмотра вагона, характер возможных повреждений, потери устойчивости элементов несущей металлоконструкции и обшивки кузова, а также состояние крепления внутреннего и подвагонного оборудования.

При соударениях с силой удара до 2,5 МН для пассажирских вагонов и до 3,0 МН для грузовых вагонов никакие повреждения вагонов не допускаются. Повреждения вагона и его оборудования при более высоких силах должны быть зарегистрированы и проанализированы с точки зрения обеспечения работоспособности в условиях эксплуатации.

9.2.3 Ходовые испытания

9.2.3.1 При анализе данных ходовых динамических и ходовых прочностных испытаний необходимо учитывать вероятностную природу показателей ходовых качеств и динамической нагруженности вагона и применять соответствующий аппарат теории вероятностей в соответствии с требованиями стандартов, указаниями программы и методики испытаний и с учетом предельных значений показателей, установленных настоящим стандартом, таблицей 2 и [1] (приложение Е).

Таблица 2 - Предельные значения динамических показателей тележек порожних (груженых) вагонов

| Показатель | Грузовой вагон | Пассажирский вагон |
|---|---|---|
| Коэффициент вертикальной динамики обрессоренной рамы тележки | 0,75 (0,70) | 0,4 (0,88) |
| Коэффициент вертикальной динамики необрессоренной рамы тележки | 0,95 (0,75) | - |
| Коэффициент горизонтальной динамики по колесной паре | 0,4 (0,38) | 0,25 (0,24) |

9.2.3.2 При оценке ходовых качеств вагона определяются характерные значения принятых показателей (коэффициентов динамической перегрузки рессор, величин боковых (рамных) сил, коэффициентов вертикальной и горизонтальной динамики, величин показателей плавности хода, коэффициента запаса устойчивости колесных пар от схода вагона с рельсов и др.). Для пассажирских вагонов типовой конструкции основным динамическим критерием ходовых качеств является уровень показателей плавности хода, а для грузовых вагонов - уровень коэффициента вертикальной динамики, боковых сил и коэффициента запаса устойчивости от схода вагона с рельсов.

Полученные показатели используются для установления соответствия вагона конструкционной скорости, указанной в технической документации на его проектирование.

9.2.3.3 При оценке динамической прочности конструкции определяются характерные значения динамических напряжений в исследуемых узлах и элементах. По результатам анализа величин и характера динамической нагруженности элемента конструкции с привлечением данных прогнозных расчетов и испытаний определяются коэффициенты запаса прочности исследуемых зон и сечений элементов.

9.2.4 Испытания на усталость.

9.2.4.1 На основании результатов испытаний на усталость проводится абсолютная или сравнительная оценка сопротивления усталости конструкции, эффективного коэффициента концентрации, усталостной долговечности, живучести конструкции и т.д.

9.2.4.2 Для наиболее точной оценки сопротивления усталости конструкции необходимо использовать результаты испытаний на усталость в совокупности с результатами ходовых прочностных испытаний.

9.2.4.3 При анализе результатов сокращенных испытаний на усталость должна учитываться их пониженная статистическая достоверность. Поэтому при оценке прочности конструкции на основе данных сокращенных испытаний следует принимать повышенные значения допускаемого коэффициента запаса в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 - Значения допускаемых коэффициентов запаса прочности при сокращенных испытаниях на усталость

| Условия расчета | Допускаемый коэффициент запаса (n) |
|---|---|
| При использовании надежных экспериментальных данных по режимам эксплуатационного нагружения детали | 1,35 - 1,6 |
| При использовании приближенных данных о | 1,65 - 2,0 |

| | |
|---|---|
| режимах эксплуатационного нагружения детали | |
| Примечание - Большие значения принимаются для более ответственных деталей и сборочных единиц вагонов. | |

9.2.4.4 Оценку результатов сокращенных испытаний на усталость допускается проводить также путем сопоставления полученной при испытаниях циклической долговечности детали с установленным приемочным (контрольным) значением.

## Приложение А
(рекомендуемое)

## Перечень рекомендуемых средств измерений

Таблица А.1- Рекомендуемые средства измерений

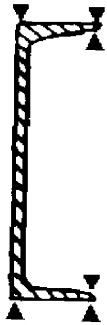
| Наименование | Характеристика | Тип прибора |
|---|---|---|
| Усилители статические | Класс точности 0,2<br>Диапазон измерения 0-999 о.е.д. | ЦТМ-3 |
| | Класс точности 0,2<br>Диапазон измерения 0-3999 × 5 о.е.д. | ЦТМ-5 |
| | Класс точности 0,2<br>Нелинейность 0,1 %<br>Выходной сигнал 0-2,5 | UGV 3152 |
| Усилители динамические | Класс точности 0,2<br>Несущая частота 3 кГц<br>Нелинейность 3 %<br>Чувствительность 0,02 В × $кгс^{-1}$ × $см^2$ | АИД-3, АИД-5<br>ТУП-12 |
| | Несущая частота 5 кГц<br>Класс точности 0,1<br>Выходной сигнал 0,05-50 В<br>Нелинейность 0,05 % | KWS673Д8 |
| | Несущая частота 50 кГц<br>Класс точности 0,25 | KWS285A7 |
| | Диапазон частот 0,5-200 Гц<br>Предел измерения 0-3 g | ВИ6-5МА<br>ВИ6-5ТН |
| | Диапазон частот 0,5-16000 Гц<br>Динамический диапазон 120 дБ<br>Коэффициент нелинейности 1,5 %<br>Предел измерения 0-5 g | «Кристалл» |
| | Несущая частота 35 кГц | УТС-1-12/35 |
| Осциллографы светолучевые шлейфовые | Ширина носителя 200 мм<br>Предельная скорость записи 1000 м/с<br>Шлейфы 150-4000 Ом | Н043-1,<br>Н010,<br>Н030,<br>Н043,<br>Н071 |

*Окончание таблицы А.1*

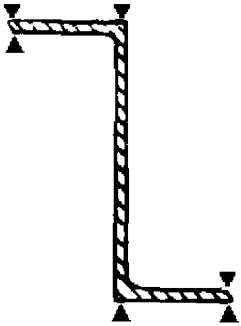
| Наименование | Характеристика | Тип прибора |
|---|---|---|
| Магнитографы точной записи | Диапазон частот 0,2 кГц<br>Динамический диапазон 48 дБ<br>Коэффициент нелинейности 2 % | Н-048 |
| | Диапазон частот 0-500 Гц<br>Коэффициент нелинейности 1 % | ТР-207В |
| | Диапазон частот 0-2500 Гц<br>Динамический диапазон 38 дБ<br>Коэффициент нелинейности 1,5 % | ЕММ-141 |
| | Диапазон частот 0-10 кГц<br>Динамический диапазон 42 дБ<br>Коэффициент нелинейности 1 % | ЕАМ-500 |

## Приложение Б
(рекомендуемое)

## Схема установки тензорезисторов в сечениях элементов вагонов



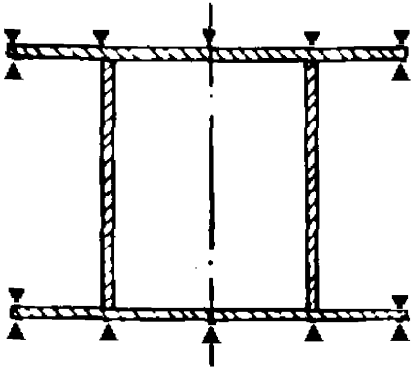
Швеллер



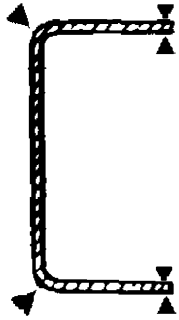
Зетовый профиль



Двутавр



Сварной элемент коробчатого сечения

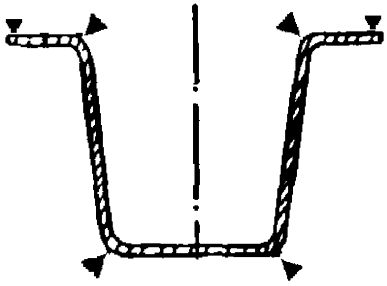


Тонкостенный корытный профиль



Вариант установки на кромке полки

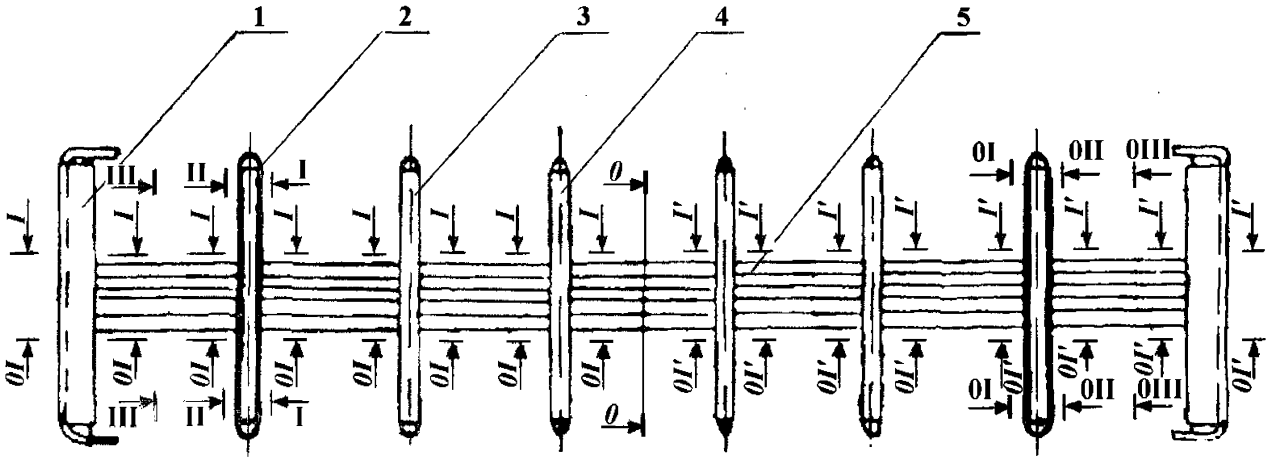
Уголок



Тонкостенный омегообразный профиль

**Приложение В**
(рекомендуемое)

**Схема расположения сечений и установки тензорезисторов на раме четырехосного полувагона**




1 – Лобовая балка,
2 – Шкворневая балка
3 – Поперечная балка промежуточная
4 – Поперечная балка средняя
5 – Хребтовая

Сечения: I-I; 0I-0I; I'-I'; 0I'-0I'; 0-0; I-I; 0I-0I; II-II; 0II-0II; III-III; 0III-0III приведены на рисунке В.2

Рисунок В.1 - Схема расположения сечений и установки тензорезисторов на раме четырехосного полувагона

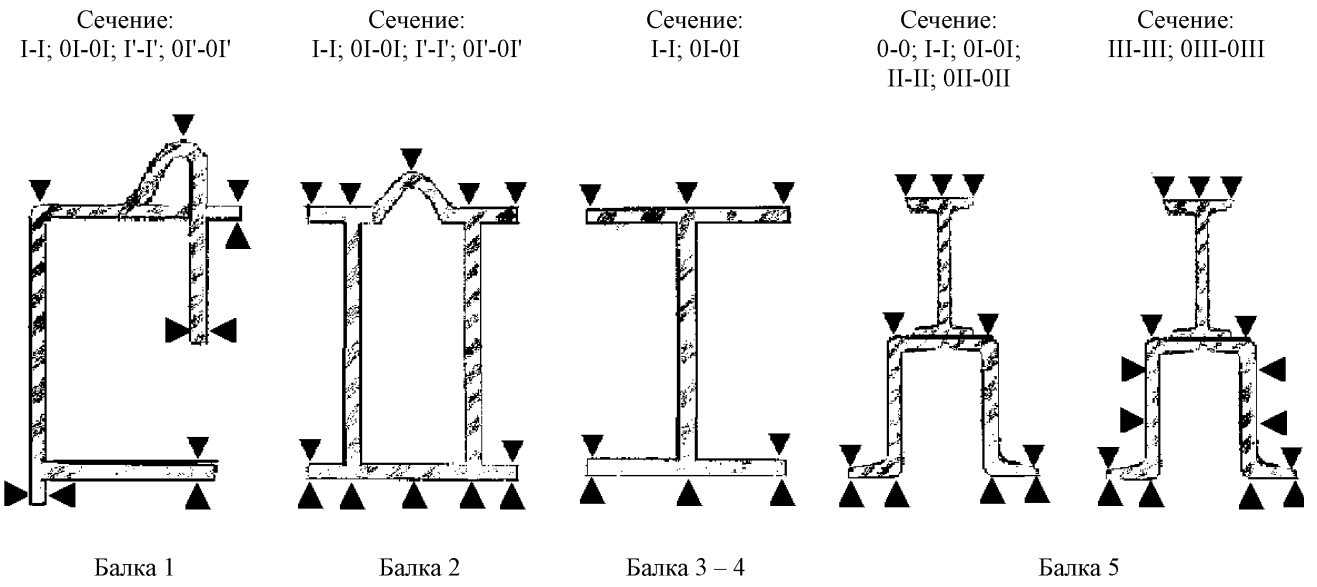
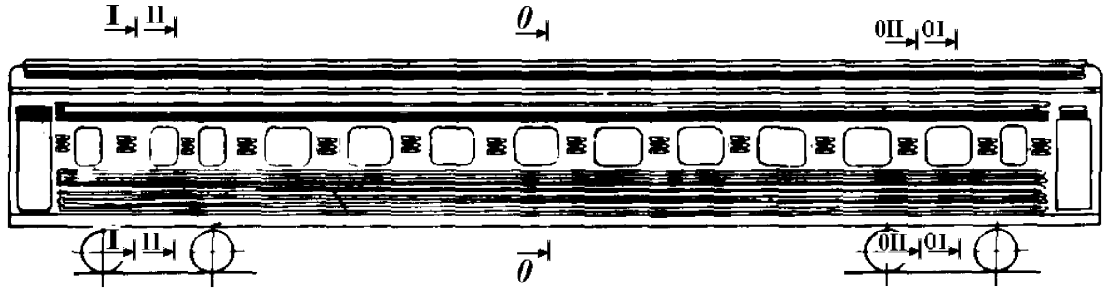



Рисунок В.2 - Сечения балок*

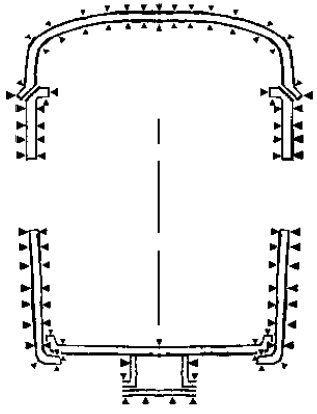
*, к Рисунку В.1

## Приложение Г
(Рекомендуемое)

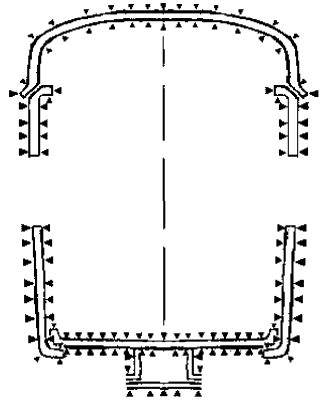
### Схема расположения сечений и установки тензорезисторов на кузове пассажирского вагона



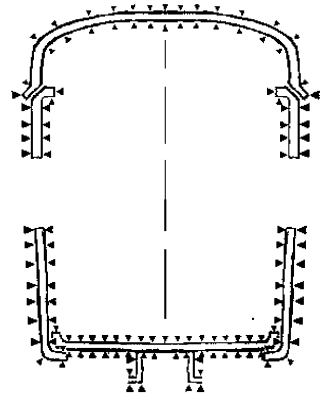

Сечение: I – I; 0I – 0I



Сечение: 0 – 0



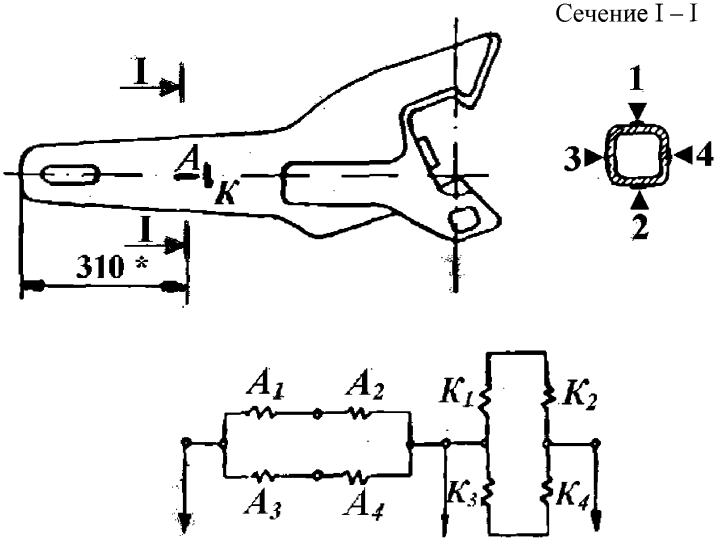
Сечение II – II; 0II – 0II



Примечание - При расстановке тензорезисторов на стержневых элементах рамы и каркаса следует учитывать рекомендации приложений 3 и 4

**Приложение Д**
(рекомендуемое)

**Схема установки и соединения тензорезисторов на автосцепке для измерения продольных сил**




$A_1$, $A_2$, $A_3$, $A_4$ – активные датчики;
$K_1$, $K_2$, $K_3$, $K_4$ – активные датчики;
* - размер для справок (мм).

Рисунок Д.1 - Схема установки и соединения тензорезисторов на автосцепке для измерения продольных сил

**Приложение Е**
(рекомендуемое)

**Установка прогибомера для измерения вертикальных прогибов рессорного комплекта тележки грузового вагона**

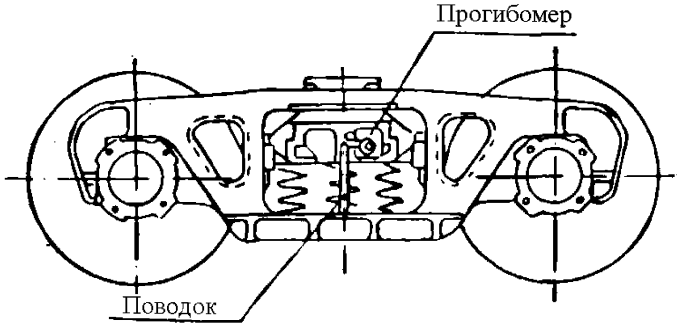
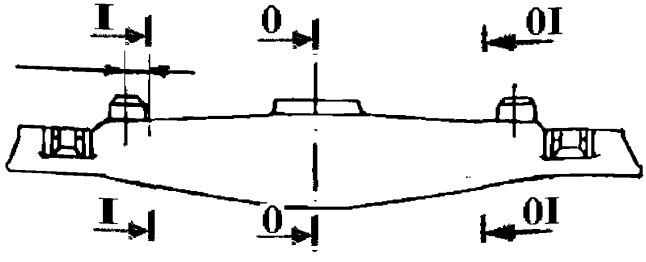
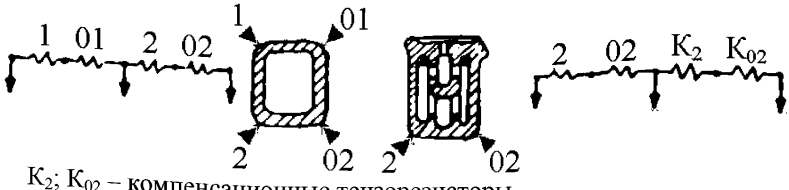



Рисунок Е.1 - Установка прогибомера для измерения вертикальных прогибов рессорного комплекта тележки грузового вагона

Схема установки и соединения тензорезисторов для определения коэффициентов вертикальной динамики в сечениях надрессорной балки тележки грузового вагона




Сечение: I – I, 0I – 0I; Сечение: 0 – 0

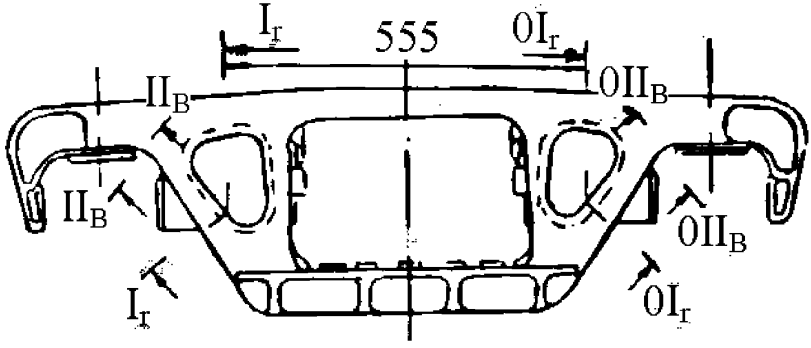



$K_2$; $K_{02}$ – компенсационные тензорезисторы

Рисунок Е.1 - Схема установки и соединения тензорезисторов

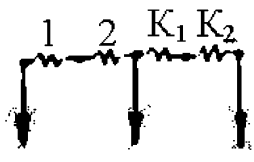
**Приложение Ж**
(рекомендуемое)

**Схема установки и соединения тензорезисторов для измерения горизонтальных (рамных) сил (сечения с индексом «I») и вертикальных сил (сечения с индексом «В») на раме тележки грузового вагона**

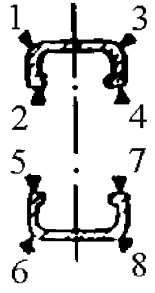


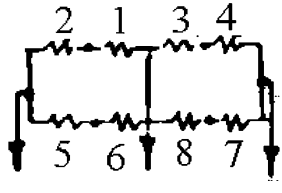

Сечение: $II_В$ - $II_В$; $0II_В$ - $0II_В$



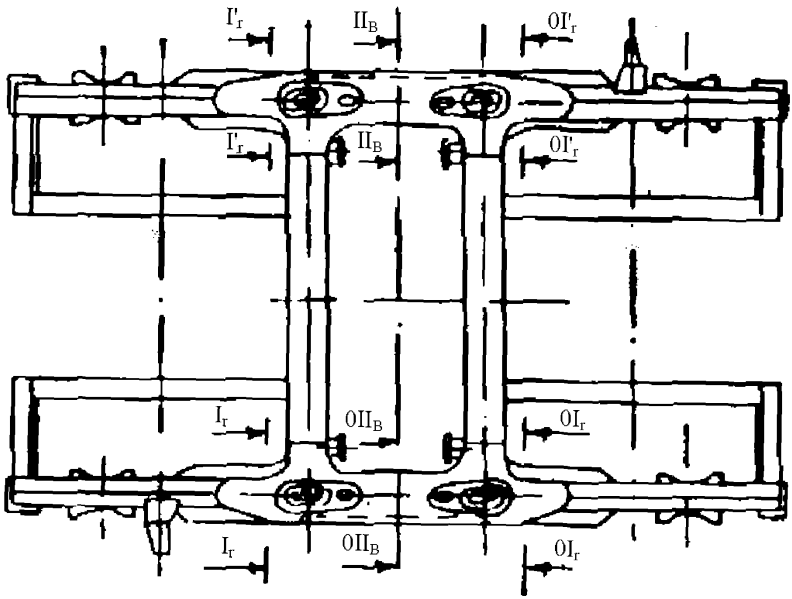




Сечение: $I_г$ - $I_г$; $0I_г$ - $0I_г$

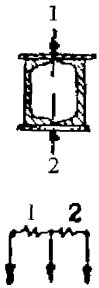



$K_1$; $K_2$ – компенсационные тензорезисторы
555 – расстояние от центра боковой рамы в мм
Рисунок Ж.1 Схема установки и соединения тензорезисторов для измерения горизонтальных (рамных) сил и вертикальных сил на раме тележки грузового вагона




Сечение: $II_В – II_В$; $0II_В – 0II_В$




Сечение: $I_г – I_г$; $0I_г – 0I_г$; $I'_г – I'_г$; $0I'_г – 0I'_г$

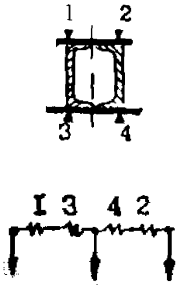
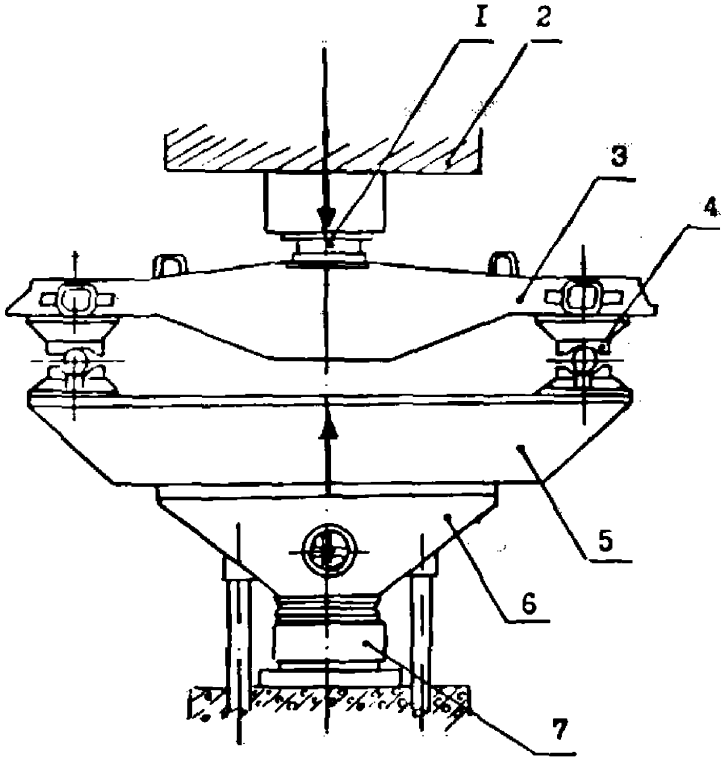



Рисунок Ж.2 Схема установки и соединения тензорезисторов для измерения горизонтальных (рамных) сил (сечения с индексом «I») и вертикальных сил (сечения с индексом «В») на раме тележки пассажирского вагона

## Приложение И
(справочное)

## Схема установки надрессорной балки тележки на гидропульсаторной машине при испытаниях на усталость




1 – вкладыш, имитирующий пятник;
2 – неподвижная верхняя траверса;
3 – надрессорная балка;
4 – сферическая (цилиндрическая) опора;
5 – вспомогательная балка;
6 – стол машины
7 – гидроцилиндр.

Рисунок И.1 - Схема установки надрессорной балки тележки на гидропульсаторной машине при испытаниях на усталость

## Приложение К
(рекомендуемое)

## Методика вероятностно-статистической обработки результатов испытаний на усталость

Таблица К.1 - Сводная таблица результатов

| № детали | $P_{ai}$ | $N_i$ | $\lg P_{ai}$ | $\lg N_i$ | $\lg P_{ai} - \frac{\sum_1^n \lg P_{ai}}{n}$ | $\lg N_i - \frac{\sum_1^n \lg N_i}{n}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *1* | $P_{a1}$ | $N_1$ | $\lg P_{a1}$ | $\lg N_1$ | $\lg P_{a1} - \frac{\sum_1^n \lg P_{ai}}{n}$ | $\lg N_1 - \frac{\sum_1^n \lg N_i}{n}$ |
| *2* | $P_{a2}$ | $N_2$ | $\lg P_{a2}$ | $\lg N_2$ | $\lg P_{a2} - \frac{\sum_1^n \lg P_{ai}}{n}$ | $\lg N_2 - \frac{\sum_1^n \lg N_i}{n}$ |
| … | … | … | … | … | … | … |
| *n* | $P_{an}$ | $N_n$ | $\lg P_{an}$ | $\lg N_i$ | $\lg P_{an} - \frac{\sum_1^n \lg P_{ai}}{n}$ | $\lg N_n - \frac{\sum_1^n \lg N_i}{n}$ |
| $\sum_i^n$ | $\sum_i^n P_{ai}$ | $\sum_1^n N_i$ | $\sum_1^n \lg P_{ai}$ | $\sum_1^n \lg N_i$ | $\sum_1^n \left( \lg P_{ai} - \frac{\sum_1^n \lg P_{ai}}{n} \right)$ | $\sum_1^n \left( \lg N_i - \frac{\sum_1^n \lg N_i}{n} \right)$ |

**Приложение**
(справочное)

## Библиография

[1] Нормы — Нормы для расчета на прочность и проектирования механической части новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), утвержденных Минтяжмаш и МПС, 1983

**УДК 629.463** **МКС 45.020**

**Ключевые слова:** методы испытаний, прочность, ходовые качества, образцы испытания.

Басуға _____ж. қол қойылды Пішімі 60х84 1/16
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «KZ Times New Roman»,
«Times New Roman»
Шартты баспа табағы 1,86. Таралымы ____ дана. Тапсырыс ____

«Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты»
республикалық мемлекеттік кәсіпорны
010000, Астана қаласы Орынбор көшесі, 11 үй,
«Эталон орталығы» ғимараты
Тел.: 8 (7172) 240074

gost.e-ecolog.ru