МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33761— 2016

ЛОКОМОТИВЫ

Методика динамико-прочностных испытаний

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) и Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (ОАО «ВНИКТИ»)

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 524 «Железнодорожный транспорт»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 27 июля 2016 г. № 89-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 февраля 2023 г. № 110-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33761—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2025 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 Настоящий стандарт подготовлен на основе применения ГОСТ Р 55514—2013*

* Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 февраля 2023 г. № 110-ст ГОСТ Р 55514—2013 отменен с 1 сентября 2025 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023



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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Требования охраны труда 2
5 Объект испытаний 2
6 Виды испытаний и определяемые показатели 3
7 Условия проведения испытаний 3
8 Методы и порядок проведения испытаний 5
9 Правила обработки и оформление результатов испытаний 10
Приложение А (рекомендуемое) Клин для возбуждения колебаний обрессоренных частей экипажной части 11
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола испытаний 12

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ЛОКОМОТИВЫ

Методика динамико-прочностных испытаний

Locomotives. Dynamic and strength testing procedures

Дата введения — 2025—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на локомотивы и устанавливает методику динамико-прочностных испытаний.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

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

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 9238 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений

ГОСТ 21616 Тензорезисторы. Общие технические условия

ГОСТ 23207 Сопротивление усталости. Основные термины, определения и обозначения

ГОСТ 31539 Цикл жизненный железнодорожного подвижного состава. Термины и определения

ГОСТ 34939—2023 Локомотивы. Требования к прочности и динамическим качествам

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в сети Интернет на официальном сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru з указателях национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, соответствующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 23207 и ГОСТ 31539, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **конструкционная скорость:** Наибольшая скорость движения, заявленная в технической документации на проектирование.

Издание официальное

3.2 **локомотив:** Железнодорожный подвижной состав, предназначенный для передвижения по железнодорожным путям поездов или отдельных вагонов.

3.3 **рамная сила:** Поперечная горизонтальная сила взаимодействия колесной пары с рамой тележки или главной рамой экипажной части.

3.4 **режим выбега:** Движение локомотива по инерции при отсутствии тяговых или тормозных сил.

3.5 **режим торможения:** Движение локомотива с реализацией сил торможения.

3.6 **режим тяги:** Движение локомотива с реализацией силы тяги.

3.7 **ходовые испытания:** Испытания локомотива на участках железнодорожного пути с целью определения значений показателей динамики и прочности локомотива.

3.8 **экипажная часть:** Конструктивная часть локомотива, обеспечивающая его движение по рельсовой колее и предназначенная для установки силового и вспомогательного оборудования, приводов, тормозной системы.

3.9 **экспресс-анализ:** Упрощенный предварительный анализ значений измеряемого показателя.

4 Требования охраны труда

4.1 Оборудование и организация рабочих мест при проведении испытаний должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, сигнальные цвета и знаки безопасности, информирующие и обращающие внимание обслуживающего персонала на потенциальную или действительную опасность — по ГОСТ 12.4.26.

4.2 При проведении ходовых испытаний:

- локомотив должен удовлетворять требованиям габарита по ГОСТ 9238 и быть оборудован соответствующими устройствами сигнализации и безопасности в соответствии с требованиями нормативных документов, действующих на территории государства, принявшего стандарт[1)];
- персонал, ответственный за передвижение локомотива, должен руководствоваться нормативными документами, действующими на территории государства, принявшего стандарт.

5 Объект испытаний

5.1 Испытаниям подлежат образцы опытных, модернизированных и серийных магистральных и маневровых локомотивов, а также узлы экипажной части.

Ходовым приемочным испытаниям подлежат магистральные локомотивы, имеющие пробег не менее 5000 км, маневровые локомотивы, имеющие не менее 300 ч маневровой работы.

Испытаниям подлежит один локомотив.

5.2 Локомотив, подлежащий испытаниям, должен быть изготовлен по рабочей конструкторской документации с литерой не ниже «О», принят службой технического контроля предприятия-изготовителя и представителем заказчика (при наличии).

5.3 Для испытаний вместе с локомотивом должна быть предоставлена следующая техническая документация:

- технические условия (техническое задание и проект технических условий для опытного образца);
- протоколы результатов предварительных испытаний (при их проведении);
- тяговые и тормозные характеристики;
- расчеты геометрического вписывания в кривые;
- результаты проверки вписывания локомотива в габарит;
- результаты поколесного взвешивания и определения показателей развески локомотива;
- характеристики упругих элементов и демпферов связи букс с рамой тележки, элементов соединения тележки с кузовом (главной рамой);
- комплект конструкторской документации, необходимый для проведения испытаний.

[1)] В Российской Федерации действуют «Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», утвержденные Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 23 июня 2022 г. № 250.

6 Виды испытаний и определяемые показатели

6.1 Испытаниям по определению показателей динамики подвергают локомотив в целом.

Испытаниям по определению показателей прочности подвергают как локомотив в целом, так и отдельные узлы его экипажной части.

Виды испытаний (контроля) и определяемые при испытаниях показатели приведены в таблице 1. Значения показателей — по ГОСТ 34939.

Таблица 1

Наименование показателя		Вид испытаний (контроля)
Показатели динамики	Коэффициент горизонтальной динамики $K_{Дгор}$	Ходовые испытания
	Коэффициент вертикальной динамики первой ступени рессорного подвешивания $K_{Д1}$	Ходовые испытания
	Коэффициент вертикальной динамики второй ступени рессорного подвешивания $K_{Д2}$	Ходовые испытания
	Коэффициент запаса устойчивости против схода колеса с рельса λ	Ходовые испытания
	Показатели плавности хода в вертикальном и горизонтальном поперечном направлениях W_Z, W_Y	Ходовые испытания
	Отсутствие взаимного касания элементов экипажной части, не предусмотренного конструкторской документацией	Визуальный контроль
Показатели прочности	Коэффициенты запаса сопротивления усталости конструкций экипажной части, за исключением колесных пар, валов тягового привода, зубчатых колес и пружин рессорного подвешивания n	Ходовые испытания, статические испытания тележки
	Сопротивление усталости рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев и т. п.) второй ступени рессорного подвешивания	Испытания на усталость
	Прочность кузова (главной рамы) при действии нормативной силы соударения, приложенной по оси сцепного устройства	Испытания на соударение

6.2 При ходовых испытаниях для получения более полной информации об объекте испытаний могут быть определены нагруженность и кинематика различных узлов экипажной части, например:

- силы в демпферах и подвесках редуктора;
- силы в продольных тягах и автосцепках;
- относ и виляние тележек относительно кузова;
- момент сопротивления повороту тележек вокруг шкворня в горизонтальной плоскости;
- а также ряд других характеристик, обусловленных особенностями конструкции экипажной части.

6.3 Для оценки нагруженности несущих элементов рамы кузова при действии продольных сил выполняют статические испытания кузова (главной рамы) под действием максимальных расчетных продольных сил растяжения—сжатия, прикладываемых к автосцепным устройствам.

6.4 Для определения собственных частот различных форм колебаний кузова на рессорном подвешивании и коэффициентов относительного демпфирования выполняют сброс с клиньев.

7 Условия проведения испытаний

7.1 Статические испытания тележки проводят на участке пути с устройствами, обеспечивающими подъем кузова в виде нагружения и разгрузки тележки весом кузова локомотива.

7.2 Статические испытания кузова (главной рамы) продольными силами выполняют на специальном стенде в виде нагружения и разгрузки кузова (главной рамы) расчетными продольными статическими силами, прикладываемыми к автосцепным устройствам.

7.3 Ходовые испытания локомотива проводят на открытом свободном участке пути, в любое время года и при погодных условиях, обеспечивающих безопасность движения в соответствии с требованиями нормативных документов, действующих на территории государства, принявшего стандарт[1)].

7.4 Ходовые испытания выполняют в виде поездок испытываемого локомотива на эксплуатационных магистральных путях протяженностью не менее 150 км с выполнением условий:

- движение в прямых, кривых участках пути, по стрелочным переводам;
- движение прямым и обратным ходом;
- движение в режимах тяги, выбега и торможения;
- движение при скоростях от ($V = 0$) до ($V = V_к$);
- на путях с оценкой «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично», определяемым по нормативным документам, действующим на территории государства, принявшего стандарт.

7.5 Ходовые испытания проводят в два этапа. В случае если общее число датчиков превышает число имеющихся в распоряжении измерительных каналов, составляют измерительные группы.

На первом этапе проводят поездки с измерительными группами на путях протяженностью не менее 40 км. По окончании первого этапа, проводят экспресс-обработку полученных данных с целью определения контрольной измерительной группы, в которую включают датчики, необходимые для определения показателей динамики и датчики с наибольшими из зарегистрированных на первом этапе ходовых испытаний уровнем динамических напряжений. В контрольную группу также включают датчики, в которых зафиксированы наибольшие статические напряжения.

На втором этапе ходовых испытаний проводят поездки с контрольной измерительной группой на эксплуатационных магистральных путях протяженностью не менее 150 км.

7.6 Для получения представительной гистограммы динамических напряжений в случае расчета долговечности или на усталость вероятностными методами, при проведении ходовых испытаний необходимо выполнение следующих условий:

- испытания проводят в послеремонтном (или в начале ввода в эксплуатацию) и в предремонтном (включая предельный износ по кругу катания колес) состояниях экипажной части;
- для каждого из состояний экипажной части испытания проводят при состояниях пути, характерных для сезонов зима и лето;
- для каждого из состояний экипажной части (послеремонтного и предремонтного) и состояний пути (зима и лето) испытания проводят на различных участках с суммарной протяженностью не менее 2000 км при движении по прямым участкам пути, кривым и стрелочным переводам (включая съезды на боковой путь);
- при испытаниях должны быть реализованы эксплуатационные режимы движения (тяга, выбег, служебное торможение) с различными скоростями вплоть до конструкционной или максимальной эксплуатационной;
- регистрация динамических напряжений должна осуществляться непрерывно в процессе движения локомотива.

Примечания

1 Послеремонтное состояние экипажной части — состояние при пробеге локомотива не более 10 % от межремонтного (между капитальными ремонтами) пробега с момента изготовления или последнего капитального ремонта локомотива.

2 Предремонтное состояние экипажной части — состояние при пробеге локомотива не менее 50 % от межремонтного (между капитальными ремонтами) пробега с момента изготовления или последнего капитального ремонта локомотива.

Достижение требуемой суммарной протяженности участка (не менее 2000 км) путем многократного движения локомотива по одному и тому же пути недопустимо. Допускается снижение суммарной протяженности участка в случае, если в технических условиях на локомотив установлен ограниченный участок его эксплуатации (обращения), протяженность которого с учетом движения по различным путям не достигает 2000 км.

7.7 Испытания локомотива на соударение проводят на специальных горках или прямом участке пути, обеспечивающем размещение на том же пути вагона-бойка и/или состава-подпора. Рекомендуемая масса состава-подпора — не менее 200 т. Испытания должны быть обеспечены местной телефонной или радиосвязью. Испытания на соударение проводят в светлое время суток.

[1)] В Российской Федерации действуют «Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», утвержденные Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 23 июня 2022 г. № 250.

8 Методы и порядок проведения испытаний

8.1 Требования к средствам измерений и испытательному оборудованию

8.1.1 Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с требованиями нормативных документов, действующими на территории государства, принявшего стандарт[1)].

Все средства измерений должны быть утвержденных типов и поверены в соответствии с требованиями нормативных документов, действующими на территории государства, принявшего стандарт.

В качестве первичных преобразователей при определении напряжений, моментов сил используют датчики деформаций по ГОСТ 21616.

Относительные перемещения элементов экипажной части, необходимые для определения динамических показателей, измеряют с помощью датчиков относительных перемещений.

Для измерения виброускорений применяют акселерометры (датчики ускорений, вибропреобразователи и др.).

В качестве вторичных преобразователей используют измерительный усилитель.

8.1.2 Измерительный канал, состоящий из первичных и вторичных преобразователей и коммутационных линий, должен обеспечивать погрешность измерений не более 10 %.

8.1.3 Регистрацию динамических процессов выполняют с помощью персонального компьютера.

8.1.4 Контроль величин нагрузок при проведении вибрационных испытаний осуществляют с помощью датчиков силы, преобразователей (датчиков) давления. Контроль напряжений осуществляют с помощью датчиков деформаций и измерительного усилителя.

8.1.5 Стенд, на котором проводят вибрационные испытания, должен быть оборудован устройством для счета циклов нагружения (счетчик импульсов).

8.2 Статические испытания тележки

8.2.1 Статические испытания тележки проводят для определения напряжений в тележке при нагружении ее весом кузова. Напряжения, полученные при испытаниях, используют как значения средних напряжений цикла при расчете коэффициентов запаса сопротивления усталости тележек.

8.2.2 Напряжения при проведении статических испытаний тележки, определяют методом тензометрирования.

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

Местами установки датчиков, как правило, являются следующие зоны:

- действия максимальных изгибающих, крутящих моментов и сил;
- соединения различных деталей и сборочных единиц;
- концентрации напряжений (в том числе на границах сварных швов);
- возникновения местных деформаций и т. п.

В зонах концентрации напряжений с высоким градиентом изменения напряжений устанавливают тензорезисторы с базой 5 мм, вне зон концентрации — тензорезисторы с базой 10 или 20 мм.

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

8.2.3 Статические испытания тележки следует проводить до начала ходовых испытаний.

Статическое нагружение тележки весом кузова реализуют в виде нагружения и разгрузки тележки весом кузова локомотива, для чего проводят подъем и опускание кузова с помощью домкратов или проводят опускание и подъем тележки на скатоопускном устройстве.

Циклы нагрузки/разгрузки повторяют не менее трех раз с регистрацией напряжений как при нагрузке, так и при разгрузке. За величину определяемого в испытаниях напряжения принимают среднее арифметическое значение трех измеренных.

8.3 Статические испытания кузова (главной рамы) продольными силами

8.3.1 При проведении испытаний напряжения в элементах кузова (главной рамы) определяют методом тензометрирования по 8.2.2 с использованием тензорезисторов базой 10 или 20 мм. При этом в

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 8.568—2017 «Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения».

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

8.3.2 Нагружение кузова (главной рамы) продольными силами сжатия/растяжения через автосцепки проводят на специальном стенде, оборудованном приборами для измерения и контроля величины силы.

В целях предупреждения повреждения или разрушения конструкции объекта нагрузку следует прикладывать ступенями, начиная с малых (не менее 50 % от максимальной) сил растяжения/сжатия до максимальной. В качестве максимальной нагрузки принимают значение расчетной продольной нагрузки в соответствии с ГОСТ 34939.

Полный цикл нагрузки / разгрузки на всех ступенях нагружения (например, по схеме 0—50 % — 0, 0—75 % — 0, 0—100 % — 0) повторяют не менее трех раз. После каждой ступени нагружения проводят экспресс—анализ результатов измерений. Решение о переходе на очередную ступень нагружения принимают, если напряжения в элементах конструкции на следующей ступени не превышают предела текучести $\sigma_{0,2}$.

8.3.3 При приложении продольных нагрузок следует контролировать симметричность нагружения, сравнивая величины напряжений в продольных элементах, симметричных относительно продольной оси кузова (главной рамы). При разнице в напряжениях более 20 % выявляют и устраняют причину несимметричности нагружения.

8.3.4 В случае невозможности задания расчетной нагрузки, обусловленной состоянием конструкции или возможностями испытательного оборудования, допускается ограничиваться максимально возможной силой растяжения / сжатия. Напряжения, соответствующие максимальным расчетным нагрузкам, определяют экстраполяцией полученного результата.

8.3.5 По значениям напряжений, полученных при испытаниях, делают вывод о прочности кузова (главной рамы) при действии максимальных продольных расчетных нагрузок.

8.3.6 Статические испытания кузова (главной рамы) продольными силами рекомендуется проводить до начала испытаний на соударение.

8.4 Испытания на соударение

8.4.1 При проведении испытаний на соударение напряжения в элементах кузова (главной рамы) определяют методом тензометрирования по 8.2.1 с использованием тензорезисторов базой 10 или 20 мм. При этом в зонах концентрации напряжений (в зонах выточек, переходов с радиусами менее 10 мм, сварных швов, за исключением стыковых сварных швов без усиливающих валиков) тензорезисторы устанавливают таким образом, чтобы поперечная ось тензорезистора находилась в 20 мм от концентратора напряжений.

8.4.2 Кузов (главную раму) подвергают испытаниям в составе локомотива.

Кузов (главную раму) представляют на испытания, как правило, в полностью оборудованном виде. По решению ИЦ должен быть обеспечен доступ к несущим конструкциям для установки тензорезисторов в местах, в которых по результатам расчета на прочность или испытаний аналогичных конструкций зафиксированы наибольшие напряжения.

Для проведения испытаний локомотив может быть представлен без крэш-элементов (при их наличии в конструкции).

Примечание — Крэш-элементы не являются объектом испытаний при проведении испытаний на соударение при проверке соответствия требованиям показателя «Прочность кузова (главной рамы) при действии нормативной силы соударения, приложенной по оси сцепного устройства».

8.4.3 Испытания проводят на прямом участке железнодорожного пути.

8.4.4 При проведении испытаний испытуемый локомотив накатывают на заторможенный состав-подпор.

Возможно накатывание вагона-бойка на испытуемый локомотив, стоящий в голове заторможенного состава-подпора.

8.4.5 Испытания начинают с малых сил соударений с их постепенным увеличением. Максимальная сила соударения должна быть не менее 80 % от нормативной и не должна превышать ее более чем на 50 кН. Число соударений должно быть не менее 10 при условии реализации в испытаниях различных по значениям сил соударений.

При наличии конструктивных ограничений (например, запланированное разрушение отдельных элементов кузова (главной рамы) с целью обеспечения вступления в работу крэш-элементов при аварийных столкновениях) максимальная сила соударения должна составлять (85 ± 5) % от максимально возможной по конструктивным ограничениям.

8.4.6 В процессе испытаний измеряют:

- силу удара в автосцепку;
- напряжения в кузове (главной раме).

Рекомендуется в процессе испытаний измерять скорость подхода вагона-бойка к локомотиву или локомотива к составу-подпору в зависимости от схемы проведения испытаний.

8.4.7 Для измерений сил удара в автосцепку используют штатное сцепное устройство, оборудованное датчиками деформаций, собранными в схему, позволяющую измерять силы растяжения/сжатия.

Предварительно для оборудованного датчиками деформаций сцепного устройства проводят определение зависимости деформаций от действующей на сцепку продольной силы сжатия.

8.4.8 Для каждой конкретной точки (тензорезистора) строят линейную зависимость напряжений от силы соударения путем обработки полученных результатов по методу наименьших квадратов. Экстраполируя полученную зависимость, определяют напряжение в рассматриваемой точке, соответствующее нормативной силе соударения.

Значение нормативной силы соударения принимают по ГОСТ 34939.

8.5 Испытания на усталость

8.5.1 Для оценки сопротивления усталости рам тележек и промежуточных рам (балок, брусьев и т. п.) второй ступени рессорного подвешивания проводят стендовые вибрационные испытания на базе 10 млн циклов нагружения. Испытаниям подвергают один образец.

К объекту испытаний прикладывают статические и динамические (циклические) нагрузки. Значения статических нагрузок принимают равными силам тяжести устанавливаемого на объект испытаний оборудования, включая полностью оборудованный и экипированный кузов (главную раму).

8.5.2 Значения основных динамических (циклических) нагрузок — динамических составляющих вертикальных сил от веса надрессорного строения принимают по результатам динамико-прочностных испытаний конкретного типа локомотива, конструкции которого подлежат стендовым вибрационным испытаниям. При отсутствии результатов динамико-прочностных испытаний конкретного типа локомотива значения циклических нагрузок принимают по ГОСТ 34939—2023 (пункт 8.3.7).

Объекты испытаний, нагружаемые в эксплуатации вертикальными силами от веса надрессорного строения и рамными силами, при испытании нагружают этими силами одновременно.

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

8.5.4 При испытании рам и балок (брусьев) частота циклического нагружения объектов на стенде должна быть не более 10 Гц, при испытании кронштейнов, испытываемых отдельно от рамы (балки, бруса) — не более 30 Гц.

При испытаниях кронштейнов отдельно от рамы циклическое нагружение начинают с частот, не превышающих 10 Гц, постепенно увеличивая их до рабочих значений (но не выше 30 Гц). При увеличении частоты нагружения постоянно регистрируют напряжения в контролируемых точках конструкции, следя за тем, чтобы значения их оставались на одном уровне. После выбора рабочей частоты циклического нагружения кронштейна дальнейшая регистрация напряжений не требуется, контролю подлежат только значения нагрузок.

8.5.5 При испытаниях кронштейнов отдельно от рамы (балки, бруса) с частотой нагружения свыше 10 Гц датчики деформаций, с помощью которых осуществляют контроль напряжений, располагают в наиболее напряженных местах конструкции, определяемых по результатам расчетов на прочность, выполненных разработчиком, или, исходя из опыта ИЦ.

8.5.6 При проведении испытаний контроль за значениями нагрузок осуществляют не реже одного раза в 15 мин.

8.5.7 Не реже двух раз в сутки осматривают объект испытаний с целью обнаружения усталостных трещин. Зонами предполагаемого возникновения трещин являются зоны сварных соединений дета-

лей (например, зоны приварки накладок, кронштейнов) и резкого изменения формы и геометрических размеров деталей. Для обнаружения усталостных трещин используют любой метод неразрушающего контроля.

8.5.8 Контроль числа циклов нагружения осуществляют по счетчику импульсов, который перед началом испытаний обнуляют.

8.5.9 При возникновении усталостных трещин регистрируют место ее возникновения (в виде эскиза или фотографии), длину трещины и число циклов нагружения, при котором трещина была обнаружена. В случае обнаружения трещины до 10 млн циклов нагружения по возможности и по согласованию с заказчиком проводят ремонт поврежденной зоны, и испытания продолжают до достижения базового числа циклов нагружения.

8.6 Сброс с клиньев

8.6.1 При проведении испытаний по возбуждению колебаний кузова на рессорном подвешивании методом сброса с клиньев форма колебаний зависит от схемы установки клиньев под колеса локомотива.

8.6.2 Для колебаний подпрыгивания под все колеса локомотива подкладывают специальные клинья (приложение А). Для колебаний галопирования кузова и подпрыгивания тележек клинья подкладывают сначала под все колеса первой по ходу тележки локомотива, а затем — под все колеса последней по ходу тележки.

Для колебаний боковой качки кузова и тележки клинья подкладывают сначала под все колеса левой (или правой) стороны локомотива, а затем под все колеса правой (или левой) стороны.

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

8.6.4 Для определения собственных частот возбуждаемых форм колебаний локомотива на рессорном подвешивании и коэффициентов относительного демпфирования колебаний используют датчики виброускорений, которые устанавливают по концам кузова и тележек локомотива, а также датчики перемещений, измеряющие динамические прогибы пружин рессорного подвешивания, или измеряют напряжения в рессорных подвесках.

Частоты соответствующих форм колебаний определяют по числу амплитуд колебаний, зарегистрированных датчиками в единицу времени, либо с помощью метода спектрального анализа динамических процессов.

Коэффициенты относительного демпфирования колебаний определяют по темпу затухания последовательных амплитуд собственных колебаний.

8.6.5 Испытания по возбуждению каждой формы колебаний повторяют не менее трех раз.

8.7 Ходовые испытания

8.7.1 Ходовые испытания проводят на полностью оборудованном и экипированном локомотиве. Условия проведения испытаний должны удовлетворять требованиям, установленным в 7.3—7.5.

8.7.2 До проведения ходовых испытаний, как правило, выполняют статические испытания тележки.

8.7.3 До начала ходовых испытаний локомотива и после их окончания проверяют отсутствие взаимного касания элементов экипажной части, не предусмотренного конструкторской документацией путем визуального осмотра.

8.7.4 Для испытаний формируют поезд, состоящий из испытуемого локомотива в голове поезда, вагона-лаборатории и локомотива в хвосте поезда. Между всеми единицами поезда должна быть обеспечена радиосвязь.

Допускается проведение испытаний при движении одиночного локомотива своим ходом с размещением средств измерений и испытателей на локомотиве.

8.7.5 При проведении ходовых испытаний с помощью заранее установленных первичных преобразователей (датчиков) регистрируют динамические процессы сил, ускорений, перемещений, напряжений, возникающих в конструкции, необходимые для определения показателей $K_{Дгор}$, $K_{Д1}$, $K_{Д2}$, λ, W_Z, W_Y, n.

8.7.6 При проведении ходовых испытаний по определению динамических показателей регистрацию динамических процессов выполняют с частотой дискретизации не менее 200 Гц, по определению динамических напряжений — не менее 400 Гц.

Регистрацию динамических процессов проводят в виде непрерывных реализаций на каждой скорости движения отдельно для прямых и кривых участков пути.

При движении в кривых регистрация процессов должна начинаться с прямого участка пути до входа в кривую и заканчиваться на прямом участке пути после выхода локомотива из кривой.

При регистрации процесса трогания с места и разгона до конструкционной скорости допускается дробление записи по скоростям движения.

8.7.7 Показатель $K_{Дгор}$ определяют для следующих осей локомотива:

- для крайних осей локомотива;
- для крайних осей одной из секций локомотива с кабиной машиниста;
- для последней оси одной из крайних тележек локомотива, которая не является последней осью в локомотиве.

Примечание — На примере шестиосного локомотива с двумя трехосными тележками под последней осью крайней тележки локомотива понимается третья или четвертая ось локомотива;

- для одной из крайних осей средней тележки локомотива или одной из секций локомотива (при наличии средней тележки);
- для крайних осей одной из крайней тележки секции локомотива без кабины машиниста.

При проведении ходовых испытаний для определения $K_{Дгор}$ регистрируют динамический процесс параметра, позволяющего определить рамную силу. Таким параметром является перемещение буксы колесной пары относительно рамы тележки в горизонтальном поперечном направлении или, например, напряжение в раме тележки. Датчик для определения рамных сил устанавливают на элементах тележки, нагружаемых только рамными силами.

Предварительно определяют зависимость между силами, прикладываемыми к раме тележки в поперечном направлении, и относительными перемещениями или напряжениями в элементах тележки.

Для определения таких зависимостей используют специальные приспособления, воспроизводящие условия передачи горизонтальных поперечных сил между рамой тележки и колесной парой. Зависимость рамных сил от перемещений (или напряжений) строят на основании средних арифметических значений экспериментальных данных, полученных по результатам трех циклов нагружения тележки.

8.7.8 Для определения показателей $K_{Д1}$ и $K_{Д2}$ регистрируют динамические процессы параметров, позволяющих определить вертикальные силы в 1-й и 2-й ступенях рессорного подвешивания. Такими параметрами являются вертикальные деформации узлов первой или соответственно второй ступеней подвешивания или напряжения в элементах конструкции экипажа (например, в рессорных подвесках соответствующих ступеней). Датчики, используемые для определения вертикальных сил, устанавливают таким образом, чтобы исключить влияние на них горизонтальных сил.

Для перехода от измеряемого параметра к величине вертикальной силы предварительно определяют зависимость между силами, прикладываемыми к элементу экипажной части в зонах расположения рессорных комплектов в вертикальном направлении, и деформациями или напряжениями в рессорных подвесках. Допускается использовать расчетную зависимость деформаций рессорного подвешивания от вертикальной силы, представляемую в ИЦ разработчиком.

8.7.9 Показатель λ при проведении ходовых испытаний определяют для крайних колесных пар локомотива. Для расчета показателя λ для контролируемой колесной пары регистрируют динамические процессы рамной силы по 8.7.7 и вертикальных динамических сил в правом и левом узлах первой ступени рессорного подвешивания по 8.7.8.

8.7.10 Показатели W_Z и W_Y определяют по ускорениям контрольных точек, расположенных на полу кабины машиниста позади (смотря по направлению движения) опорной стойки кресла машиниста на минимально возможном расстоянии от оси этой стойки.

При проведении ходовых испытаний регистрируют динамические процессы вертикальных и горизонтальных (поперечных) ускорений кузова, для чего в контрольных точках кабины устанавливают датчики ускорений, ориентированные вертикально для показателя W_Z и горизонтально-поперечно для показателя W_Y.

Регистрацию процессов проводят для скоростей движения от половины конструкционной скорости до конструкционной скорости с шагом от 10 до 20 км/ч.

8.7.11 Для определения напряжений применяется метод тензометрирования по 8.2.2. Тензометрированию подлежат наиболее напряженные места конструкций, в том числе и зоны концентрации, включая границы сварных швов.

8.7.12 Регистрацию динамических напряжений в элементах конструкции экипажной части осуществляют одновременно с процессами, характеризующими динамические показатели локомотива.

9 Правила обработки и оформление результатов испытаний

9.1 Обработку данных, полученных при проведении испытаний, расчет и определение фактических значений показателей (см. таблицу 1) выполняют в соответствии:

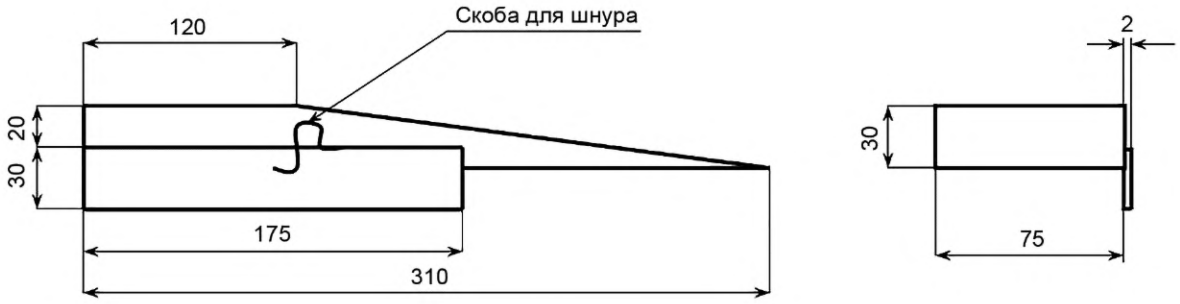
- ГОСТ 34939—2023 (пункт 6.2) — динамические показатели;
- ГОСТ 34939—2023 (пункт 8.3.2) — показатель прочности *n*, если отсутствует представительная гистограмма распределения амплитудных значений динамических напряжений; по 8.3.3, если известно фактическое значение предела выносливости натурной детали.

9.2 По результатам испытаний составляют протокол по форме, приведенной в приложении Б.

При необходимости составляют отчет, структура, содержание и оформление отчета — по ГОСТ 7.32.

Приложение А
(рекомендуемое)

Клин для возбуждения колебаний обрессоренных частей экипажной части



Примечание — Приведены номинальные размеры.

Рисунок А.1

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола испытаний

Наименование и адрес
испытательного центра

Утверждаю
Руководитель испытательного центра

_____
(личная подпись) (инициалы, фамилия)

_____

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

_____
(обозначение и наименование продукции, код ОКП)

От «_____» _____ _____г. №_____

В соответствии с _____
(заявкой, договором, контрактом и др.)

_____
(наименование и адрес предприятия-заявителя)

_____ провел в период с «_____» _____г.
наименование испытательного центра

испытания _____
(обозначение и наименование изделия, номер чертежа, технических условий, код ОКП)

на соответствие требованиям _____
(обозначение технических документов)

Испытания проводились

_____
(место и условия проведения испытаний)

Характеристика объекта испытаний

_____
(краткие сведения об объекте испытаний)

Акт отбора прилагается.
Условия хранения локомотива до проведения испытаний.
Локомотив поступил на испытания.
Испытания проводились по методике (методикам).
Перечни использованных при испытаниях испытательного оборудования и средств измерений приведены в таблицах Б.1 и Б.2 соответственно, результаты испытаний представлены в таблице Б.3.

Таблица Б.1

Наименование вида испытаний и определяемых характеристик (показателей)	Наименование, марка и номер (заводской или инвентарный) испытательного оборудования	Сведения об аттестации (номер и дата выдачи аттестата, периодичность аттестации)

Таблица Б.2

Наименование определяемых характеристик (показателей)	Наименование, марка и номер (заводской или инвентарный) средства измерения	Сведения о поверке (номер и дата выдачи свидетельства, периодичность поверки)

Таблица Б.3

Контролируемая характеристика (показатель)	Единицы величины измерения	Обозначение документа, устанавливающего требования к контролируемым характеристикам (показателям)	Значение параметра		Заключение о соответствии
			по техническому документу	фактическое	

Дополнительные данные: (выявленные дефекты, отказы, неисправности).
Внесение исправлений и дополнений в протокол не допускается. Изменения и дополнения оформляются отдельным, оформленным в установленном порядке, документом.
Приложения:

Руководитель испытаний
Ответственный исполнитель

УДК 629.4.014.22:006.354 ОКП 31 8100
34 5100
34 5200 МКС 45.060.10

Ключевые слова: локомотивы, методика, динамико-прочностные испытания

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 28.02.2023. Подписано в печать 13.03.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru