МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 32410— 2013

КРЭШ-СИСТЕМЫ АВАРИЙНЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Технические требования и методы контроля

(EN 15227:2008+A1:2010, NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

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 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (ОАО «ВНИИЖТ») и Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (ОАО «ВНИКТИ»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по переписке (протокол от 5 ноября 2013 г. № 61-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	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 декабря 2013 г. № 2202-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 32410—2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2014 г.

5 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений европейского стандарта ЕН 15227:2008+А1:2010 «Железнодорожный транспорт. Требования к ударным нагрузкам кузовов вагонов» (EN 15227:2008+A1:2010 «Railway applications — Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies», NEQ)

6 Настоящий стандарт может быть применен на добровольной основе для соблюдения требований технических регламентов «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» и «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта»

7 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

8 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Сентябрь 2019 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»

© Стандартинформ, оформление, 2016, 2019

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 . . . 2
4 Обозначения и сокращения . . . 3
5 Общие положения . . . 4
6 Сценарии столкновений . . . 4
7 Требования к аварийной крэш-системе . . . 7
8 Требования к устройствам поглощения энергии . . . 7
9 Методы контроля . . . 9

Введение

Настоящий стандарт соответствует европейскому стандарту EN 15227:2008+A1:2010, используя с ним одинаковые базовые принципы обеспечения пассивной безопасности железнодорожного подвижного состава для пассажирских перевозок, основанные на применении аварийных крэш-систем для ограничения при аварийном столкновении продольных ускорений единиц подвижного состава и усилий на их конструкцию.

Требования настоящего стандарта не являются эквивалентными требованиям европейского стандарта EN 15227:2008+A1:2010, что обусловлено различиями в конструкции железнодорожного подвижного состава и в статистике аварийных столкновений на железных дорогах Содружества Независимых Государств и государств Европейского союза.

Настоящий стандарт устанавливает минимальные требования к пассивной безопасности железнодорожного подвижного состава для пассажирских перевозок. При этом не ограничивается право производителей на добровольной основе устанавливать дополнительные или более строгие требования к пассивной безопасности подвижного состава.

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

КРЭШ-СИСТЕМЫ АВАРИЙНЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Технические требования и методы контроля

Emergency crash-systems railway rolling stock for passenger transportations.
Technical requirements and methods of control

Дата введения — 2014—07—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на аварийные крэш-системы (далее — крэш-системы), применяемые на железнодорожном подвижном составе (далее — подвижной состав) для пассажирских перевозок, и устанавливает к крэш-системам технические требования и методы контроля.

1.2 Настоящий стандарт устанавливает требования к крэш-системам следующего подвижного состава:

- пассажирские локомотивы;
- моторвагонный подвижной состав;
- пассажирские вагоны локомотивной тяги (далее — пассажирские вагоны).

1.3 Настоящий стандарт не устанавливает требования к крэш-системам грузовых и маневровых локомотивов, грузовых вагонов, специального подвижного состава.

1.4 Настоящий стандарт устанавливает требования к крэш-системе при аварийных столкновениях подвижного состава, оснащенного этой системой, с препятствием на пути следования с целью снижения риска травмирования пассажиров и обслуживающего персонала поезда (далее — персонал поезда).

Настоящий стандарт не устанавливает требования к крэш-системе при сходе подвижного состава с рельсов (и при других авариях, причиной которых не является аварийное столкновение подвижного состава с препятствием, расположенным на пути следования).

1.5 Настоящий стандарт не устанавливает требования к крэш-системе для защиты лиц и объектов вне подвижного состава.

1.6 Настоящий стандарт устанавливает требования к крэш-системам вновь проектируемого подвижного состава.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 8.401 Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования

ГОСТ 3475 Устройство автосцепное подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Установочные размеры

ГОСТ 14014 Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 19876 Мосты постоянного тока измерительные цифровые. Общие технические условия

ГОСТ 21447 Контур зацепления автосцепки. Размеры

ГОСТ 30012.1 (МЭК 60051-1—97) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 1. Определения и основные требования, общие для всех частей

Издание официальное

ГОСТ 33434 Устройство сцепное и автосцепное железнодорожного подвижного состава. Технические требования и правила приемки

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru казателям 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, действующий 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 документ 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 следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аварийное столкновение:** Столкновение железнодорожного подвижного состава с препятствием на пути следования (вследствие нарушения установленных правил движения, внезапных отказов, явлений непреодолимой силы), при котором возможны повреждения железнодорожного подвижного состава и существует угроза жизни и здоровью пассажиров и персонала поезда.

3.2 **препятствие:** Объект на пути следования железнодорожного подвижного состава, создающий угрозу аварийного столкновения.

3.3 **система активной безопасности:** Совокупность технических средств и организационных мероприятий, направленных на предотвращение аварийных столкновений железнодорожного подвижного состава.

3.4 **пассивная безопасность:** Качество конструкции железнодорожного подвижного состава, характеризующее снижение рисков для пассажиров и персонала поезда при аварийных столкновениях и других аварийных ситуациях, которые не удалось предотвратить с помощью системы активной безопасности.

3.5 **система пассивной безопасности:** Совокупность специальных устройств и технических решений в конструкции железнодорожного подвижного состава для повышения пассивной безопасности (снижения рисков для пассажиров и персонала поезда) в случае аварийного столкновения.

3.6 **сценарий столкновения:** Расчетный случай аварийного столкновения, при котором выполняется проверка требований к аварийной крэш-системе, характеризуемый совокупностью условий столкновения (значениями масс, начальных скоростей и другими параметрами объектов столкновения).

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

3.8 **моторвагонный подвижной состав:** Моторные и немоторные вагоны, из которых формируются электропоезда, дизель-поезда, автомотрисы, рельсовые автобусы, дизель-электропоезда, электромотрисы, предназначенные для перевозки пассажиров и (или) багажа, почты.

3.9 **пассажирские вагоны:** Вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров и (или) багажа, почтовых отправлений, такие как почтовые, багажные, вагоны-рестораны, служебно-технические, служебные, клубы, санитарные, испытательные и измерительные лаборатории, специальные вагоны пассажирского типа.

3.10 **поезд:** Сформированный и сцепленный состав вагонов с одним или несколькими действующими локомотивами или моторными вагонами, имеющий установленные сигналы, а также отправляемые на перегон и находящиеся на перегоне локомотивы без вагонов и специальный самоходный железнодорожный подвижной состав.

3.11 **эталонный состав поезда:** Состав поезда в комплектации, используемой для расчетного контроля выполнения требований к аварийной крэш-системе при столкновениях, соответствующих установленным сценариям столкновений.

3.12 **устройство поглощения энергии:** Устройство железнодорожного подвижного состава, предназначенное для поглощения кинетической энергии объектов аварийного столкновения (преобразования ее в другие виды энергии) за счет контролируемой необратимой деформации его конструкции, задействованное только при аварийном столкновении подвижного состава с препятствием, не являющееся частью несущей конструкции кузова.

Примечание — К устройствам поглощения энергии отнесены деформирующиеся необратимо при аварийном столкновении съемные модульные конструкции, сконструированные специально для поглощения значительного количества кинетической энергии объектов аварийного столкновения, а также элементы сцепных (автосцепных) устройств с механизмом необратимого поглощения кинетической энергии объектов аварийного столкновения.

3.13 **аварийная крэш-система:** Устройство железнодорожного подвижного состава, направленное на снижение риска травмирования пассажиров и обслуживающего персонала поезда (в случае аварийного столкновения железнодорожного подвижного состава с препятствием) путем уменьшения ускорений единиц железнодорожного подвижного состава при аварийном столкновении за счет поглощения кинетической энергии объектов аварийного столкновения с помощью контролируемой необратимой деформации конструкций, не являющихся элементами несущей конструкции кузова.

3.14 **диаграмма деформирования устройства поглощения энергии:** График зависимости изменения линейных размеров устройства поглощения энергии (по оси приложения силы) от величины приложенной к устройству осевой силы.

3.15 **рабочий участок диаграммы деформирования устройства поглощения энергии:** Участок диаграммы деформирования устройства поглощения энергии на оси изменения линейных размеров устройства от начала его деформаций до уровня деформаций, когда дальнейшее, даже относительно малое изменение его линейных размеров возможно только при резком возрастании осевой силы, приложенной к устройству.

3.16 **остаточная деформация:** Деформация устройства поглощения энергии или несущей конструкции кузова, появившаяся вследствие действия механической нагрузки и сохранившаяся после ее снятия.

3.17 **энергоемкость устройства поглощения энергии:** Количество механической энергии, затраченное на максимальное, предусмотренное конструкцией, необратимое деформирование устройства поглощения энергии.

3.18

натурные испытания: Испытания объекта в условиях, соответствующих условиям его использования по прямому назначению с непосредственным оцениванием или контролем определяемых характеристик свойств объекта.

[ГОСТ 16504—81, статья 56]

3.19 **автономные разрушающие испытания устройства поглощения энергии:** Натурные испытания устройства поглощения энергии (без установки его на подвижной состав) с целью экспериментального определения диаграммы деформирования и энергоемкости.

3.20 **железнодорожный переезд:** Пересечение в одном уровне автомобильной дороги с железнодорожными путями, оборудованное устройствами, обеспечивающими безопасные условия пропуска подвижного состава железнодорожного транспорта и транспортных средств.

3.21 **заказчик (железнодорожного подвижного состава):** Предприятие, организация или их объединение, по заявке и договору с которым осуществляются разработка, производство и/или поставка железнодорожного подвижного состава и/или его составных частей.

3.22 **разработчик (железнодорожного подвижного состава):** Предприятие, организация или объединение, выполняющее опытно-конструкторскую работу для создания или модернизации железнодорожного подвижного состава.

3.23 **изготовитель (железнодорожного подвижного состава):** Предприятие, организация или объединение, осуществляющее производство железнодорожного подвижного состава и/или его составных частей.

3.24 **независимая компетентная организация:** Организация, не являющаяся дочерней структурой или подразделением разработчика или изготовителя, компетентная в вопросах пассивной безопасности железнодорожного подвижного состава.

4 Обозначения и сокращения

4.1 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

V_K — конструкционная скорость подвижного состава;

V_1 — скорость аварийного столкновения с препятствием;

M_1 — масса подвижного состава;
M_2 — масса препятствия;
U — энергоемкость устройств поглощения энергии.

4.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:
ПС — подвижной состав;
МВПС — моторвагонный подвижной состав;
СПБ — система пассивной безопасности;
УПЭ — устройство поглощения энергии.

5 Общие положения

5.1 Крэш-система является составной частью СПБ ПС. Крэш-система, разработанная в соответствии с настоящим стандартом, не предусматривает защиту пассажиров и персонала поезда при всех возможных аварийных столкновениях, а обеспечивает выполнение требований (см. раздел 7), с одновременным снижением рисков для пассажиров и персонала поезда, только в рамках сценариев столкновений (см. раздел 6), соответствующих наиболее вероятным случаям аварийных столкновений ПС с препятствием на железных дорогах. При аварийном столкновении с условиями, отличными от условий сценариев столкновений, крэш-система способствует смягчению последствий этого столкновения.

5.2 В состав СПБ ПС с целью снижения рисков (угроз жизни и здоровью) для пассажиров и персонала поезда при аварийных столкновениях могут входить следующие специальные устройства и технические решения:

- аварийная крэш-система, состоящая из одного или нескольких УПЭ;
- технические решения в конструкции сцепных (автосцепных) устройств, предусматривающие (в случае превышения при аварийном столкновении осевыми силами, приложенными к устройству, заданного порогового значения) удаление сцепного устройства назад или в ином направлении для эффективного задействования УПЭ аварийной крэш-системы;
- поглощающий аппарат (неразрушаемый) сцепного (автосцепного) устройства;
- устройства защиты от наползания вагонов друг на друга при аварийном столкновении;
- буферные устройства;
- путеочиститель;
- компоновочные решения в конструкции единиц ПС с учетом размещения составных частей СПБ;
- конструктивное исполнение кузовов единиц ПС, обеспечивающее при аварийном столкновении отсутствие остаточных деформаций (превышающих допустимые значения, см. 7.2) пассажирского салона и кабины управления и прочность мест крепления устройств СПБ;
- элементы защиты кабины машиниста.
- элементы внутреннего оборудования и интерьера, выполненные с учетом снижения опасности нанесения травм при аварийном столкновении.

Примечание — В состав СПБ ПС, кроме перечисленных, могут входить и другие устройства и технические решения, снижающие риски для пассажиров и персонала поезда при аварийных столкновениях.

5.3 Крэш-система при аварийном столкновении ПС с препятствием должна решать следующие задачи:

- ограничивать абсолютные величины продольных ускорений единиц ПС;
- снижать нагрузки на несущую конструкцию кузова и узлы крепления кузовного оборудования.

Примечание — Решение перечисленных задач обеспечивают выбором характеристик УПЭ, входящих в состав крэш-системы (размеров УПЭ, энергоемкости УПЭ), схемой размещения УПЭ на ПС.

6 Сценарии столкновений

6.1 Сценарии столкновений характеризуются совокупностью условий аварийного столкновения ПС с препятствием (значениями масс, начальных скоростей и другими параметрами объектов столкновения).

6.2 Приняты следующие сценарии столкновений:

- сценарий 1 — моделирует аварийное столкновение на железнодорожном переезде с автомобилем (или другой машиной);
- сценарий 2 — моделирует аварийное столкновение с грузовым вагоном (без буферов).

Условия сценариев столкновений приведены в таблице 1 и в 6.3—6.9.

Таблица 1 — Условия сценариев столкновений

Характеристики объектов аварийного столкновения	Сценарий столкновения			
	1		2	
Конструкционная скорость ПС V_K, км/ч	Не более 160	Более 160	Не более 160	Более 160
Скорость аварийного столкновения ПС с препятствием V_1, км/ч	72	110	36	
Масса препятствия M_2, кг	10 000		80 000	
Характеристики препятствия	По 6.4		По 6.5	
Примечание — При проведении натурных испытаний допускаются отклонения значений скорости V_1 от указанных не более ± 2 % и отклонения значений массы M_2 от указанных не более ± 1 %. При выполнении расчетов отклонения значений скорости V_1 и отклонения значений массы M_2 от указанных не допускаются.				

6.3 Движение поезда при аварийном столкновении принимают горизонтальным и прямолинейным. Поглощающие аппараты сцепных устройств единиц ПС должны быть в нейтральном (недеформированном) положении. Силы сопротивления, действующие на единицы ПС, и препятствие со стороны железнодорожного пути, отсутствуют. В начальный момент аварийного столкновения все единицы ПС имеют одинаковую скорость.

6.4 Препятствие по сценарию 1 (см. рисунок 1), моделирующее автомобиль на железнодорожном переезде, представляет плоскую вертикальную стенку шириной 3000 мм, перпендикулярную оси движения поезда, нижняя кромка которой расположена на высоте 900 мм от уровня головки рельсов, верхняя кромка — на высоте 2200 мм от уровня головки рельсов. Препятствие по сценарию 1 следует считать абсолютно твердым телом, допускающим свободное перемещение только в направлении оси движения поезда (без поворотов, боковых и вертикальных смещений). При перемещении препятствия в направлении оси движения поезда силы, действующие на препятствие со стороны железнодорожного пути, не учитывают.

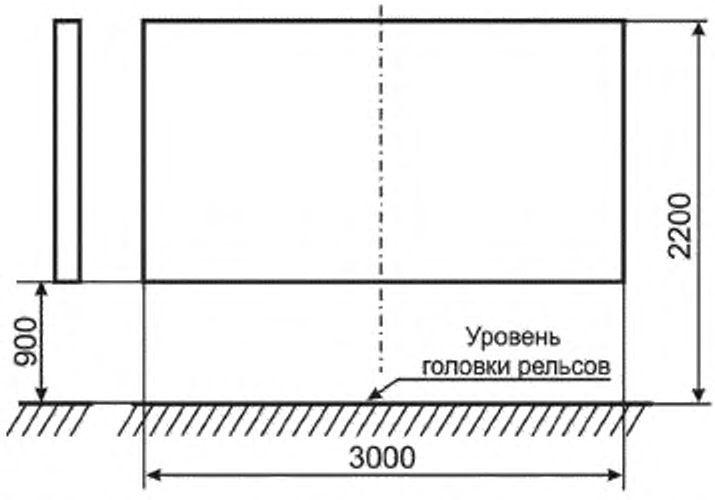


Рисунок 1 — Размеры препятствия при аварийном столкновении по сценарию 1

6.5 Препятствие по сценарию 2 (см. рисунок 2), моделирующее грузовой вагон без буферов, представляет перпендикулярную оси движения поезда плоскую вертикальную стенку шириной 3200 мм, нижняя кромка которой расположена на высоте 900 мм от уровня головки рельсов, верхняя кромка —

на высоте 1500 мм от уровня головки рельсов. Препятствие по сценарию 2 следует считать абсолютно твердым телом, допускающим свободное перемещение только в направлении оси движения поезда (без поворотов, боковых и вертикальных смещений). При перемещении препятствия в направлении оси движения поезда силы, действующие на препятствие со стороны железнодорожного пути, не учитывают. Автосцепное устройство, которым оснащено препятствие, моделируют (как показано на рисунке 2) в виде абсолютно твердого прямоугольного параллелепипеда с размерами (610×430×570) мм. Допускается автосцепное устройство, которым оснащено препятствие, моделировать в соответствии с размерами по ГОСТ 3475, контуром зацепления по ГОСТ 21447, без поглощающего аппарата. При этом расстояние от оси зацепления автосцепного устройства до вертикальной стенки, представляющей препятствие, принимают равным 610 мм, а расстояние от уровня головки рельсов до оси автосцепного устройства принимают равным 1030 мм.

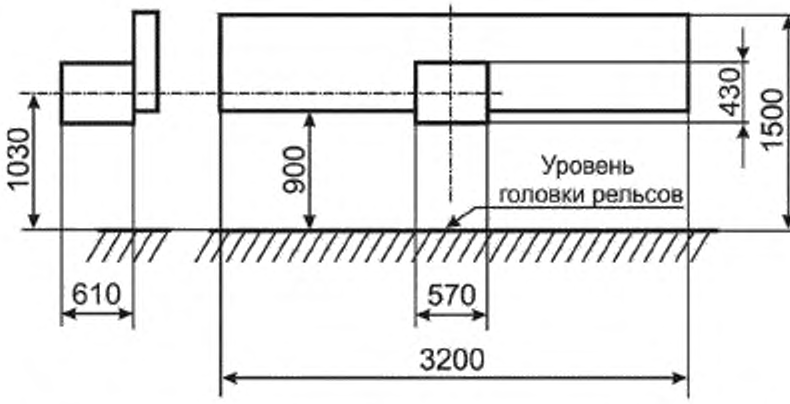


Рисунок 2 — Размеры препятствия при аварийном столкновении по сценарию 2

6.6 МВПС с возможностью изменения составности в сценариях столкновений участвует в минимальной составности.

Примечание — Минимальную составность МВПС (минимальное, допускаемое для эксплуатации число и тип вагонов в составе поезда) определяют на основании требований, установленных в техническом задании на разработку, или в технических условиях, или в руководстве по эксплуатации на МВПС.

6.7 Локомотив участвует в сценариях столкновений как отдельная самостоятельная единица ПС, а также в эталонном составе поезда из сцепленных локомотива и одного жесткого вагона массой 80 000 кг с установленным автосцепным устройством по ГОСТ 3475, контуром зацепления по ГОСТ 21447, поглощающим аппаратом класса Т1 энергоемкостью 70 кДж при полном ударном сжатии 120 мм в соответствии с ГОСТ 33434.

Примечание — Термин «жесткий вагон» обозначает расчетную модель вагона, рассматриваемую как абсолютно твердое тело, деформациями которого при расчетном анализе процессов аварийного столкновения пренебрегают.

6.8 Пассажирские вагоны участвуют в сценариях столкновений в эталонном составе поезда, включающем локомотив и четыре пассажирских вагона одной конструкции.

В качестве локомотива эталонного состава поезда принимают четырехосный локомотив с нагрузкой на ось 19 т, имеющий жесткий (недеформируемый) кузов, снабженный автосцепными устройствами с контуром зацепления по ГОСТ 21447 и поглощающими аппаратами класса Т2 энергоемкостью 100 кДж при полном ударном сжатии 120 мм в соответствии с ГОСТ 33434, оснащенный УПЭ (в каждой концевой части локомотива). УПЭ данного локомотива должны обеспечивать среднее значение его продольного ускорения (см. 7.1), равное по абсолютной величине 50 м/с^2 при аварийном столкновении с препятствием локомотива без вагонов по сценарию столкновения 2.

В случае эксплуатации пассажирских вагонов в составе с локомотивом определенного типа расчеты выполняют с использованием модели этого типа локомотива.

6.9 При назначении массовых характеристик единиц ПС, участвующих в сценариях столкновений, считают, что единицы ПС находятся в снаряженном состоянии, готовом к эксплуатации с полностью заправленными топливным баком, гидросистемой, системами смазывания и охлаждения, с учетом массы балласта, запасных частей, инструмента, принадлежностей, массы персонала поезда, массы пассажиров, число которых принимают:

- для МВПС и пассажирских вагонов межобластного (местного) сообщения, исходя из заполнения 50 % числа мест для сидения;
- для пассажирских вагонов дальнего сообщения, исходя из заполнения 50 % числа мест для пассажиров, предусмотренных техническим заданием на вагон.

Массу каждого человека принимают равной 70 кг.

7 Требования к аварийной крэш-системе

7.1 Крэш-система при аварийном столкновении с препятствием по сценариям столкновений (см. раздел 6) должна обеспечивать среднее значение продольного ускорения единиц ПС не более 50 м/с^2 по абсолютной величине.

Примечание — Для расчета среднего значения продольного ускорения рассматривают интервал времени с момента превышения нуля суммой продольных сил, действующих на противоположные концы единицы ПС (со стороны соседних вагонов или препятствия), до момента, когда данная сумма после достижения своего максимального значения уменьшается до 10 % от этого максимального значения. Среднее значение продольного ускорения определяют как отношение изменения скорости на указанном интервале времени к величине данного интервала времени.

Определение среднего значения продольного ускорения единицы ПС выполняют в середине кузова на уровне пола.

7.2 Крэш-система при аварийных столкновениях с препятствием по сценариям столкновений (см. раздел 6) не должна допускать появление остаточных деформаций кузова в продольном направлении более 50 мм на каждые 5 м длины кузова, а изменение линейных размеров по диагоналям дверных и оконных проемов более 1 % от исходных размеров.

Примечание — Допускаются пластические деформации отдельных элементов несущей конструкции кузова единицы ПС, не приводящие к потере кузовом общей несущей способности.

8 Требования к устройствам поглощения энергии

8.1 УПЭ должны быть устройствами постоянной готовности, не требующими дополнительных команд для задействования механизма поглощения энергии при аварийном столкновении.

8.2 Климатическое исполнение УПЭ должно соответствовать климатическому исполнению ПС.

8.3 УПЭ должны срабатывать только при аварийном столкновении и не допускать срабатываний при штатной эксплуатации ПС.

Примечание — Штатный режим эксплуатации осуществляется в соответствии с действующей эксплуатационной документацией на ПС.

8.4 На головной единице ПС должны быть размещены УПЭ, конструкцией которых предусмотрено их срабатывание при аварийном столкновении ПС с грузовым вагоном (без буферов) за счет упора этих УПЭ в раму грузового вагона.

8.5 УПЭ следует размещать:

- у локомотивов — в концевых частях локомотива;
- на МВПС — на лобовых частях головных вагонов МВПС и при необходимости между вагонами МВПС;
- на пассажирских вагонах (при необходимости оборудования пассажирских вагонов УПЭ) — в консольных частях пассажирских вагонов.

8.6 К основным характеристикам УПЭ относят:

- диаграмму деформирования;
- энергоемкость.

8.7 По диаграмме деформирования УПЭ определяют длину рабочего участка, от которой зависит способность устройства снижать скорости взаимного сближения ПС и препятствия при их аварийном столкновении, уменьшать значения продольных ускорений единиц ПС и усилий на конструкцию кузова головной единицы ПС в местах крепления УПЭ.

8.8 По диаграмме деформирования УПЭ определяют энергоемкость УПЭ, вычисляемую как произведение среднего значения осевой силы в УПЭ в пределах рабочего участка диаграммы деформирования на длину рабочего участка.

Примечание — Среднее значение осевой силы вычисляют как площадь под кривой, описывающей диаграмму деформирования (с изображением изменения линейных размеров УПЭ — по оси абсцисс, изменения осевой силы в УПЭ — по оси ординат), деленную на длину рабочего участка диаграммы деформирования.

8.9 Предварительный выбор основных характеристик УПЭ на этапе проектирования крэш-системы осуществляют расчетным путем по 8.10 с учетом ограничения по средним продольным ускорениям (см. раздел 7) в установленных сценариях столкновений (см. раздел 6) и с учетом следующих допущений:

- рассматривают единицы ПС как абсолютно твердые тела;
- считают, что энергию удара поглощает УПЭ, размещенное в передней части головной единицы ПС;
- в начальный момент аварийного столкновения принимают скорость ПС (массой M_1), равную V_1, скорость препятствия (массой M_2), равную нулю;
- рассматривают удар как абсолютно неупругий (считают, что после соударения поезд и препятствие движутся вместе, приобретая общую скорость).

8.10 В рамках предварительного выбора основных характеристик УПЭ выполняют расчет суммарной энергоемкости U всех УПЭ крэш-системы, задействованных при аварийном столкновении. Значение U определяют по формуле

$$U = \frac{M_1 M_2}{(M_1 + M_2)} \frac{V_1^2}{2}. \quad (1)$$

Примечание — Расчеты по формуле (1) выполняют в Международной системе единиц (СИ) для всех входящих в формулу физических величин.

Расчеты значения U по формуле (1) выполняют для каждого из сценариев столкновений (см. раздел 6), подставляя в данную формулу соответствующие значения M_2, V_1.

Примечание — Для локомотива расчет U выполняют, рассматривая его как отдельную самостоятельную единицу ПС, а также в эталонном составе поезда по 6.7, принимая соответствующие значения M_1.

Среди значений U, полученных для разных сценариев, для проектирования выбирают наибольшие из них.

8.11 Значение U, полученное по формуле (1), используют при разработке конкретных конструкций и схемы размещения нескольких УПЭ на ПС, а также при планировании распределения энергопоглощения между отдельными УПЭ крэш-системы. Значение U должно быть обеспечено совместным действием УПЭ, участвующих в поглощении энергии аварийного столкновения по каждому из сценариев столкновений.

Для МВПС распределение суммарной энергоемкости между отдельными УПЭ выполняют так, чтобы не менее 2/3 суммарной энергоемкости U, вычисленной по формуле (1), приходилось на УПЭ, размещенные в передней части головной единицы ПС. УПЭ с указанной энергоемкостью должны быть размещены на лобовых частях головных единиц с двух сторон состава. Значение суммарной энергоемкости U за вычетом энергоемкости УПЭ, размещенных в лобовой части головной единицы ПС, распределяют между УПЭ, размещенными в межвагонных связях не более чем первых четырех единиц ПС.

Примечание — Для МВПС допускается при распределении энергоемкости U учитывать энергоемкость поглощающих аппаратов сцепных устройств в межвагонных связях не более чем первых четырех единиц ПС.

Для локомотива в каждой концевой части должны быть размещены УПЭ с энергоемкостью не менее значения U, определенного по формуле (1). При этом допускается для обеспечения суммарной энергоемкости U учитывать энергоемкость поглощающих аппаратов сцепных устройств. УПЭ с указанной энергоемкостью должны быть размещены в каждой концевой части локомотива.

При разработке УПЭ пассажирских вагонов расчет суммарной энергоемкости всех задействованных при аварийном столкновении УПЭ крэш-системы выполняют по формуле (1) для эталонного состава поезда, определенного по 6.8. Общая энергоемкость всех размещенных на пассажирском вагоне УПЭ должна быть не менее 1/12 суммарной энергоемкости U, вычисленной по формуле (1).

Примечание — Для пассажирских вагонов допускается при обеспечении требуемой энергоемкости учитывать энергоемкость поглощающих аппаратов сцепных устройств.

8.12 При проектировании (выборе) конструкции УПЭ с целью снижения усилий, действующих на кузова единиц ПС при аварийном столкновении, целесообразно реализовать максимально возможную по конструктивным условиям длину рабочего участка диаграммы деформирования УПЭ.

8.13 При аварийных столкновениях по сценариям столкновений (см. раздел 6) рекомендуется обеспечить следующую очередность задействования УПЭ (за счет последовательного возрастания значений сил срабатывания УПЭ, определяемых по диаграмме деформирования УПЭ):

- разрушаемые элементы с механизмом необратимого поглощения энергии (при их наличии) сцепных (автосцепных) устройств в передней части головной единицы ПС;
- УПЭ крэш-системы, размещенные в передней части головной единицы ПС, исключая разрушаемые элементы с механизмом необратимого поглощения энергии (при их наличии) сцепных (автосцепных) устройств;
- УПЭ крэш-системы, размещенные в межвагонных связях.

9 Методы контроля

9.1 Контролю подлежит:

- выполнение требований по 8.1—8.5, 8.10, 8.11 к отдельным УПЭ, входящим в состав крэш-системы;
- выполнение требований по 7.1, 7.2 к крэш-системе в целом.

9.2 Контроль выполнения требований по 8.1—8.5 к отдельным УПЭ, входящим в состав крэш-системы, осуществляют путем экспертизы технической документации на УПЭ.

9.3 Контроль выполнения требований по 8.10, 8.11 к отдельным УПЭ, входящим в состав крэш-системы, осуществляют путем проведения натурных испытаний УПЭ по 9.4—9.6 и экспертизы технической документации на УПЭ.

9.4 Контроль соответствия энергоемкости УПЭ требованиям по 8.10, 8.11, диаграммы деформирования УПЭ и определяемых по ней сил срабатывания УПЭ осуществляют при проведении натурных испытаний УПЭ, в которых реализуют необратимое деформирование УПЭ при ударном нагружении в режиме, соответствующем требуемому энергопоглощению.

Применяют следующие виды натурных испытаний УПЭ:

- испытания со штатной установкой УПЭ на ПС;
- испытания с установкой УПЭ на макеты единиц ПС;
- автономные разрушающие испытания УПЭ.

Примечание — Под макетом единицы ПС понимают подвижную железнодорожную конструкцию, предназначенную для проведения натурных испытаний УПЭ при ударном нагружении, соответствующую имитируемым единицам ПС по массовым параметрам и схеме размещения УПЭ, способную выдерживать возникающие при испытаниях нагрузки.

Допускается применение одного или нескольких видов натурных испытаний УПЭ.

При установке на ПС различных типов УПЭ натурным испытаниям подвергают все типы УПЭ.

При контроле характеристик УПЭ, имеющих незначительные модификации конструкции по сравнению с ранее испытанными УПЭ, допускается (по согласованию с заказчиком ПС) контролировать характеристики только расчетным путем.

Примечание — К незначительным модификациям конструкции УПЭ относятся изменения, не сопровождающиеся изменением принципа действия УПЭ, заменой материалов, из которых УПЭ изготовлено, изменением более чем на 5 % габаритных размеров или массы УПЭ, изменением схемы крепления УПЭ на подвижном составе, изменением более чем на 5 % энергоемкости УПЭ (при выполнении сравнительного расчетного анализа).

9.5 При натурных испытаниях регистрируют временные процессы сил, действующих на УПЭ по оси нагружения, и изменения линейных размеров УПЭ, возникающие вследствие действия этой силы. Частота дискретизации регистрируемых процессов должна быть не менее 1000 Гц.

Дополнительно в натурных испытаниях регистрируют общий характер деформирования УПЭ (последовательность событий деформирования) в процессе приложения силы для последующей проверки адекватности расчетной модели УПЭ (см. 9.8, 9.9).

Зарегистрированные при натурных испытаний УПЭ временные процессы сил и изменений линейных размеров УПЭ используют для определения (путем сопоставления в одни и те же моменты времени значений сил, действующих на УПЭ по оси нагружения, и соответствующих изменений линейных размеров УПЭ, возникающих вследствие действия этих сил):

- диаграммы деформирования УПЭ;
- длины рабочего участка диаграммы деформирования УПЭ;
- среднего значения осевой силы, приложенной к УПЭ;
- энергоемкости УПЭ.

9.6 При измерениях в процессе проведения натурных испытаний применяют следующие средства измерений и устройства:

- измерительные и регистрирующие приборы;
- соединительные провода и разъемы;
- стенды и приспособления.

Средства измерений должны быть поверены или метрологически аттестованы в соответствии с требованиями национальных стандартов государств, проголосовавших за принятие межгосударственного стандарта[1)].

Требования к применяемым при натурных испытаниях аналоговым электроизмерительным приборам по ГОСТ 30012.1.

Требования к применяемым при натурных испытаниях цифровым измерительным приборам и преобразователям по ГОСТ 14014.

Требования к применяемым при натурных испытаниях цифровым измерительным мостам постоянного тока по ГОСТ 19876.

При натурных испытаниях применяют измерительные приборы класса точности 2 по ГОСТ 8.401 или более точные.

Процессы деформирования УПЭ регистрируют путем видеосъемки с помощью высокоскоростных цифровых видеокамер со скоростью съемки не менее 500 кадр/с.

Обработку результатов тензометрии проводят в соответствии с требованиями национальных стандартов государств, проголосовавших за принятие межгосударственного стандарта[2)].

Результаты измерений оформляют в виде отчетов (протоколов). При оформлении результатов измерений указывают количество опытов (составной части испытаний, соответствующей испытанию одного экземпляра исследуемого объекта при одном режиме нагружения с одним измерением показаний) и для каждого опыта приводят следующую информацию:

- дату и время проведения опыта;
- название и номер опыта;
- измеренные значения сил;
- измеренные значения линейных размеров.

9.7 Для каждого УПЭ в отдельности разрабатывают расчетные модели, предназначенные для включения в общую модель аварийного столкновения ПС с препятствием, используемую при проведении расчетного контроля по 9.11 выполнения требований по 7.1, 7.2 к крэш-системе в целом.

Примечание — Самостоятельные расчетные модели для каждого УПЭ, как наиболее сложного объекта моделирования, характеризующегося совокупностью нелинейных свойств, перед включением в общую модель аварийного столкновения ПС с препятствием должны пройти проверку адекватности по 9.8—9.9 с использованием результатов проведенных натурных испытаний УПЭ.

В расчетных моделях УПЭ учитывают нелинейные характеристики материалов, возможность УПЭ значительно изменять под нагрузкой свою конфигурацию, контактное взаимодействие отдельных частей конструкции.

9.8 С использованием разработанной расчетной модели осуществляют компьютерное моделирование процессов деформирования УПЭ в режимах, эквивалентных условиям проведения испытаний.

9.9 Результаты компьютерного моделирования процессов деформирования УПЭ сопоставляют с результатами испытаний с целью проверки адекватности расчетной модели УПЭ.

Расчетную модель УПЭ признают адекватной, если:

- расчетное и экспериментальное значения поглощенной УПЭ энергии отличаются друг от друга не более чем на 10 %;
- расчетное и экспериментальное значения длины рабочего участка диаграммы деформирования УПЭ отличаются друг от друга не более чем на 10 %;

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

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 52728—2007 «Метод натурной тензотермометрии. Общие требования».

- средние значения осевой силы, приложенной к УПЭ, полученные в расчетах и в испытаниях, отличаются друг от друга не более чем на 10 %;

- характер деформирования УПЭ, полученный при испытаниях, соответствует характеру деформирования УПЭ, полученному при расчетах.

9.10 Для контроля выполнения требований к крэш-системе по 7.1, 7.2 применяют расчетный контроль (численное моделирование процессов аварийного столкновения ПС с препятствием согласно сценариям столкновений).

Примечание — Допускается контроль выполнения требований к крэш-системе по 7.1, 7.2 осуществлять путем проведения натурных испытаний аварийного столкновения ПС с препятствием согласно сценариям столкновений. При проведении таких испытаний их результаты (измеренные средние значения продольных ускорений единиц ПС, величины остаточных деформаций кузовов) используют для проверки соответствия крэш-системы требованиям по 7.1, 7.2 независимо от результатов расчетного контроля по 9.11—9.14.

9.11 Расчетный контроль выполнения требований к крэш-системе по 7.1, 7.2 осуществляют с помощью численного моделирования динамических процессов в ПС при его аварийном столкновении с препятствием согласно принятым сценариям столкновения (см. раздел 6) с использованием расчетных моделей УПЭ, признанных адекватными (см. 9.9).

9.12 При расчетном контроле выполнения требований к крэш-системе по 7.1, 7.2 разрабатывают общую расчетную модель аварийного столкновения ПС с препятствием, в которой учитывают:

- жесткостные и массовые характеристики единиц ПС на основе трехмерного представления несущих конструкций кузовов единиц ПС и тележек;

- нелинейные характеристики сцепных устройств, включая поглощающие аппараты;

- нелинейные характеристики УПЭ (нелинейные свойства материалов, перемещения и деформации в системе, контактное взаимодействие элементов конструкций);

- размещение УПЭ на единицах ПС (включая конкретное расположение УПЭ на единицах ПС) и распределение энергопоглощения между отдельными УПЭ.

Допускается единицы ПС, следующие за головной единицей ПС, моделировать в общей динамической модели упрощенно с одномерным представлением кузовов этих единиц ПС. В этом случае в одномерных моделях кузовов единиц ПС, следующих за головной, учитывают:

- продольные жесткости кузовов;

- жесткости сцепных устройств;

- нелинейные свойства поглощающих аппаратов сцепных устройств;

- жесткостные характеристики УПЭ.

Модуль кабины головной единицы ПС, УПЭ в передней части головной единицы ПС и узлы крепления УПЭ на кузове в расчетной динамической модели ПС должны быть отражены подробно (с трехмерным моделированием основных несущих элементов конструкции).

9.13 При расчетном контроле выполнения требований к крэш-системе по 7.1, 7.2 расчетным методом получают:

- временные процессы продольных ускорений единиц ПС при аварийном столкновении с препятствием;

- средние значения продольных ускорений единиц ПС;

- временные процессы суммарных усилий, действующих на несущую конструкцию кузова единицы ПС в местах установки УПЭ;

- максимальные абсолютные значения суммарных усилий на единицу ПС от УПЭ и от соседних единиц ПС;

- средние значения суммарных усилий на единицу ПС от УПЭ и от соседних единиц ПС;

- значения поглощенной с помощью УПЭ энергии (суммарно для всех УПЭ и для каждого УПЭ в отдельности);

- величины остаточных деформаций кузовов единиц ПС.

9.14 Полученные расчетом по 9.11—9.13 средние значения продольных ускорений единиц ПС и величины остаточных деформаций кузовов единиц ПС используют для проверки соответствия крэш-системы требованиям по 7.1, 7.2. Остальные результаты расчетов по 9.11—9.13 используют для экспертизы расчетов по 9.15.

9.15 Заказчиком ПС может быть назначена экспертиза расчетов, выполняемая самостоятельно или с привлечением независимой компетентной организации. Разработчик и/или изготовитель ПС обязаны представить для экспертной проверки всю необходимую техническую документацию.

УДК 629.4.014.6, 629.4.047.8, 629.4.067:006.354 МКС 45.060

Ключевые слова: железнодорожный подвижной состав, пассажирские перевозки, система пассивной безопасности, аварийное столкновение, устройство поглощения энергии, аварийная крэш-система, сценарий столкновения

Редактор переиздания *Е.И. Мосур*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *А.В. Софейчук*

Сдано в набор 02.09.2019. Подписано в печать 18.09.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,40.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

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

gost.e-ecolog.ru