ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Транспорт железнодорожный

ТРЕБОВАНИЯ СТОЙКОСТИ К УДАРНЫМ НАГРУЗКАМ КУЗОВОВ ВАГОНОВ

Локомотивы и пассажирский подвижной состав

СТ РК 2100-2011

EN 15227:2008 «Railway applications. Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies», MOD

Издание официальное

**Комитет технического регулирования и метрологии
Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан
(Госстандарт)**

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН и ВНЕСЕН республиканским государственным предприятием «Казахстанский институт стандартизации» Комитета технического регулирования и метрологии и техническим комитетом по стандартизации № 53 «Сертификация машиностроительной, металлургической, строительной продукции и услуг» ТОО «Технократ плюс».

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан 13 сентября 2011 года № 465-од.

3 Настоящий стандарт модифицирован по отношению к EN 15227:2008, A+1:2010 (Railway applications. Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies) «Железнодорожный транспорт. Требования стойкости к ударным нагрузкам кузовов вагонов», путем исключения пунктов С.1 и С.2 в Приложении С EN 15227:2008 (буферные грузовые вагоны на территории Республики Казахстан не применяются).

Дополнительные фразы, слова внесены в текст стандарта и выделены курсивом.

EN 15227:2008 разработан Техническим Комитетом CEN/TC 256 «Железнодорожные транспортные средства», секретариат, которого ведет DIN.

Перевод с английского языка (en).

Официальный экземпляр EN 15227:2008 с изменением A+1:2010 имеется в Государственном фонде технических регламентов и стандартов РГП «КазИнСт» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан.

Степень соответствия – модифицированная (MOD).

4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ **2017 год**
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ **5 лет**

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

«Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Нормативные документы по стандартизации Республики Казахстан», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Государственные стандарты». В случае пересмотра (отмены) или замены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Государственные стандарты

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Транспорт железнодорожный ТРЕБОВАНИЯ СТОЙКОСТИ К УДАРНЫМ НАГРУЗКАМ КУЗОВОВ ВАГОНОВ

Локомотивы и пассажирский подвижной состав

Дата введения 2012-07-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к новым конструкциям локомотивов и пассажирскому подвижному составу определенным в категориях С-I и С-IV в соответствии с Разделом 4, с учетом требований указанных в *[1], [2] и [3].*

Настоящий стандарт устанавливает требования к железнодорожным рельсовым транспортным средствам *(далее-транспортное средство)* для обеспечения безопасности и защиты *локомотивных бригад, водителей специального самоходного подвижного состава* и пассажиров и не распространяется на других работников железных дорог, пассажиров, и иных лиц, которые находятся вне транспортного средства. Указанные требования относятся к техническому обслуживанию и эксплуатации транспортных средств. *Данные требования едины, как для новых транспортных средств, обладающих повышенной прочностью к ударным нагрузкам, так и существующих транспортных средств, не обладающих уровнем прочности, полностью соответствующим настоящему стандарту.*

Настоящий стандарт устанавливает общие требования безопасности к кузову транспортного средства, с целью обеспечения поглощения энергии при столкновении. Данные требования не применяются в отношении дверей, окон, комплектующих изделий транспортного средства, за исключением конкретных случаев, связанных с обеспечением выживаемости внутри транспортного средства.

Требования не охватывают все возможные варианты аварий, но обеспечивают такой уровень *поглощения энергии при столкновении*, которые снижают последствия при аварии, в случаях, когда предпринимаемые меры активной безопасности не приводят к приемлемым результатам. Требования должны обеспечивать уровень безопасности путем устранения наиболее вероятных факторов, возникающих при столкновениях, которые могут стать причинами травматизма и/или смерти.

Перечень вариантов столкновений, и соответствующие им параметры, приведены в Разделе 5. В *Приложение А приведена дополнительная информация о факторах, влияющих на сценарии столкновений и их последствия, а также описывает примерные аварийные ситуации, чтобы с их учетом можно было доработать транспортное средство в последующем.*

Настоящий стандарт определяет общие требования по обеспечению пассивной безопасности, которые приняты в соответствии с отдельными требованиями к транспортным средствам.

Настоящий стандарт также определяет характеристики модели эталонного препятствия для использования в проектах вариантов столкновений. При этом не *во всех транспортных средствах должно происходить поглощение энергии при столкновении, при условии, что транспортное средство формируется не только из совершенно новых конструкций, в целом соответствующих требованиям настоящего стандарта.*

Настоящий стандарт также определяет требования к результатам, доказывающим достижение установленного уровня пассивной безопасности по сравнению с существующими доказанными проектами (разработками), в том числе, с помощью цифрового моделирования, компонентных или полноразмерных тестов или комбинацией всех этих методов

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СТ РК 1.9-2007 Государственная система технического регулирования Республики Казахстан. Порядок применения международных, региональных и национальных стандартов и нормативных документов по стандартизации, метрологии, сертификации и аккредитации.

СТ РК 2101-2011 Транспорт железнодорожный. Требования к прочности кузовов вагонов. Часть 1. Локомотивы и пассажирский подвижной состав.

EN 50126-1:1999* Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). Basic requirements and generic process. (Железнодорожный транспорт. Спецификация и демонстрация надежности, наличности, ремонтопригодности и безопасности. Основные требования и родовые процессы).

ГОСТ Р 51901.11-2005 Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство.*

ГОСТ Р 51901.12- 2007 (МЭК 60812:2006) Менеджмент риска метод анализа видов и последствий отказов. (IEC 60812:2066 Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA).*

ГОСТ Р 51901.13-2005 (МЭК61025:1990) Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей. (IEC 61025:1990 Fault Tree Analysis (FTA).*

ПРИМЕЧАНИЕ При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по ежегодно издаваемому информационному указателю «Указатель нормативных документов по стандартизации» по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. 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 используются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **Активная безопасность** (active safety)**:** *Системы и меры, направленные на предотвращение столкновений.*

3.2 ***Приемлемый (допустимый) риск*** (broadly acceptable risk): Такая *минимальная величина риска, которая допустима с учетом технических, экономических и технологических возможностей.*

3.3 **Столкновение массы** (collision mass): Применяется как конструкционная масса в рабочем состоянии плюс 50 % массы перевозимых пассажиров.

3.4 **Ударопрочность** (crashworthiness): *Системы и меры поглощения механической энергии при столкновении, для снижения риска получения травм.*

3.5 **Зона деформации** (crumple zone): *Часть кузова транспортного средства (как правило, на концевых частях транспортного средства), которая деформируется и поглощает механическую энергию при столкновении.*

**Применяется в соответствии с СТ РК 1.9.*

3.6 **Сминание** (crushing): Чрезмерная пластическая деформация, которая значительно уменьшает объем созданной конструкции транспортного средства.

3.7 **Дизайн сценария столкновения (сценарий предельного столкновения/случай)** (design collision scenario (= limiting collision scenario/case)): Сюжет, схема реализации таких условий для столкновения (или его имитации) транспортных средств между собой или с препятствием, которые могут повлечь наиболее тяжкие последствия для жизни и/или здоровья людей. Создается для осуществления анализа безопасности жизнедеятельности транспортного средства и/или его конструктивных элементов при проектировании (см. [4] и [8]) .

3.8 **Вождение прицепа** (driving trailer): *Вождение транспортного средства, не оборудованного двигателем и предназначенного для движения в составе поезда.*

3.9 **Устройство поглощения энергии** (energy absorbing device): *Устройство на транспортном средстве, предназначенное для того, чтобы деформироваться в контролируемых пределах и поглощать энергию столкновения.*

3.10 **Фиксированное сиденье** (fixed seat): *Постоянно закрепленное сидение или полка в кабине и/или в купе транспортного средства при нормальных условиях его эксплуатации (не может быть сложено, когда оно не используется).*

3.11 **Полномасштабное испытание** (full size test): *Испытание по расширенной программе, предусматривающей тестирование на соответствие транспортного средства предъявляемым к нему требованиям.*

3.12 ***Локомотивы*** (locomotive): *Электровозы, тепловозы, газотурбовозы, паровоз.*

3.13 **Чистая контактная сила** (net contact force): Разница между продольной силой, действующей на противоположные конечные части транспортного средства (т.е. алгебраическая сумма продольной силы) в любой момент времени.

3.14 **Нормальные европейские условия работы** (normal European operating conditions): Условия работы, сопоставимые с описанными в документах, перечисленных в библиографии.

3.15 ***Оператор вагонов*** (operator): *Лицо, владеющее вагонами на праве собственности или иных законных основаниях и (или) участвующее на основе договора с перевозчиком в осуществлении перевозочного процесса с использованием данных вагонов, и указанное в перевозочных документах.*

3.16 ***Оператор локомотивной тяги*** (passive safety): *Владелец тягового транспортного средства (локомотива), обеспечивающий его содержание и эксплуатацию и имеющий сертификат на предоставление услуг локомотивной тяги.*

3.17 **Пассивная безопасность** (plastic deformation/permanent deformation): *Системы и меры, которые направлены на поглощение механической энергии при столкновении.*

3.18 **Пластическая деформация/остаточная деформация** (power head): Деформации, связанные с напряжением текучести материала или напряжением при проведении испытания, которое не подлежит восстановлению при снятии нагрузки.

3.19 ***Тяговый агрегат*** (reference train): *Самоходное транспортное средство, которое состоит из электровоза управления, секции автономного питания (дизельной секции) и одного или двух вагонов-самосвалов (думпкаров), оборудованных такими же тяговыми электродвигателями, как и электровоз управления, кабины машиниста расположены в секциях автономного питания и электровоза управления.*

3.20 **Ведение поезда** (regulations): *Управление локомотивом в составе поезда при его движении по железнодорожной магистрали, в том числе, с целью оценки и проверки характеристик транспортных средств.*

ПРИМЕЧАНИЕ См. Приложение D.

3.21 **Постановления** (supplier): *Акт управления уполномоченный органа, издаваемый на основе правительственных законов и указов.*

3.22 **Предприятие – поставщик** (survival space): Организация, которая несет ответственность за качество изготовления и предоставление транспортных средств для эксплуатации с соблюдением предписаний и функциональных требований оператора.

3.23 **Пространство выживания** (TEN): *Пространство в транспортном средстве для нахождения пассажиров (кабина локомотива для нахождения локомотивной бригады), которое должно быть сохранено при столкновении, когда происходит максимальная деформация (например, кузов вагона, но не включающий в себя тамбуры и переходы между вагонами).*

ПРИМЕЧАНИЕ См. также 6.3.

3.24 ***Моторвагонный подвижной состав*** (train unit): *Моторные и прицепные вагоны, из которых формируются моторвагонные поезда (электропоезда, дизель-поезда, автомотрисы и рельсовые автобусы), предназначенные для перевозки пассажиров.*

4 *Категории ударопрочности конструкций железнодорожных транспортных средств*

Для применения настоящего стандарта железнодорожные транспортные средства могут подразделяться на категории с учетом ударопрочности конструкций. Эти категории зависят от основных характеристик железнодорожной инфраструктуры и от видов работы транспортного средства. Оператор должен определить соответствующую категорию конструкции транспортного средства при разработке технических условий (технических заданий) на новые серии.

Железнодорожные транспортные средства делятся на 4 категории, как показано в Таблице 1.

Таблица 1 - Ударопрочная конструкционная категория железнодорожных транспортных средств

Категория	Описание	Примеры типов транспортных средств
С-I	*Железнодорожные рельсовые транспортные средства, предназначенные для работы на железнодорожных магистралях (линиях) или их составных участках, обеспечивающих основные общегосударственные связи внутри страны или в сообщениях с другими странами*	Локомотивы *(магистральные, маневровые),* пассажирские вагоны и *моторвагонный подвижной состав*
С-II	*Городские рельсовые транспортные средства, обеспечивающие грузовые и пассажирские перевозки преимущественно на выделенном участке железнодорожной инфраструктуры*	Транспортные средства метро
С-III	Легкий рельсовый транспорт, предназначенный для работы на городских и/или региональных сетях, следующий по рельсовым путям и взаимодействующий с дорожным движением	Трамвайные поезда и пригородные трамваи
С-IV	Легкий рельсовый транспорт, предназначенный для работы на выделенных городских сетях и взаимодействующий с дорожным движением	Трамвайные транспортные средства

5 Проекты сценариев столкновений

Не целесообразно разрабатывать конструкции транспортного средства для защиты *локомотивной бригады* и пассажиров во всех возможных аварийных ситуациях или рассматривать все возможные комбинации конструкций транспортного средства. Требования обеспечивают уровень защиты в соответствии с общими рисками при столкновении.

Проекты сценариев столкновений, указанных ниже - не только случаи, происходящие на общественной инфраструктуре железнодорожного транспорта, но они представляют собой наиболее распространенные ситуации и те, которые приводят к наибольшему числу жертв. В Приложении А рассматривается выбор и применение сценариев столкновения более подробно.

1) Фронтальный удар между двумя однотипными рельсовыми *транспортными средствами;*

2) Фронтальный удар с другим типом железнодорожного транспорта;

3) Фронтальный удар железнодорожного транспортного средства с автомобильным транспортным средством на железнодорожном переезде;

4) Столкновение *транспортного средства с препятствием на рельсах* (например детали ходовой части, изделия из металлопроката перевозимого по железной дороге, крупное животное, и т.д.).

Таблица 2 суммирует эти проекты сценариев столкновения с различными категориями ударопрочности транспортных средств и различными условиями эксплуатации, которые могут быть использованы для проверки ударопрочности при столкновении. В Таблице 3 приведены требования к *защитным метельникам.*

Правила применения Таблицы 2:

- столкновение и препятствия без применения тормоза на горизонтальном прямом пути;

- *при оценке деформации конечных частей транспортного средства при столкновении между однотипными транспортными средствами, рассматривается по Сценарию 1;*

- *магистральные локомотивы, используемые для вождения грузовых и пассажирских поездов, должны отвечать требованиям Сценариев 1 и 2.*

Таблица 2 - Сценарии столкновений и столкновения с препятствием

Сценарий конструкционного столкновения	Столкновение с препятствием	Требования эксплуатационных характеристик	Скорость столкновения, км/ч				Условия столкновения
			С-I	С-II	С-III	С-IV	
1	*Транспортное средство*	Все системы	36	25	25	15	Идентичное *транспортное средство*
2	*Участковый поезд*	Смешанное движение с транспортными средствами, оснащенными *автосцепными устройствами*	V*	V*	10	V*	См. С-2 для представления участковых поездов
3	15 т деформируемое препятствие	Эксплуатация с уровневыми переходами	V-50 ≤ 110	V*	25	V*	См. С-3 для представления больших препятствий
	3 т жесткое препятствие	Городские линии, не изолированные от дорожного движения		V*	V*	25	См. С-4 для представления препятствий
4	Компактное, низкое препятствие	Требования к защитным метельникам, которые должны быть *соблюдены*	См. Таблицу 3	V*	См. Таблицу 3	V*	См. также 6.5

* V – скорость настоящим стандартом не устанавливается.

Таблица 3 - Требование к *защитному метельнику*

Виды нагрузок	Эксплуатационная скорость [a]				
	≥ 160 км/ч	140 км/ч	120 км/ч	100 км/ч	≤ 80 км/ч
Статическая нагрузка на осевой линии	300 кН	240 кН	180 кН	120 кН	60 кН
Статическая нагрузка на 750 мм бокового расстояния от осевой линии [б]	250 кН	200 кН	150 кН	100 кН	50 кН

[a] Если эксплуатационные скорости отличаются от заданных значений, то значения силы могут быть интерполированы

[b] Подробная информация о применении этих нагрузок и эксплуатационных характеристик *защитного метельника* приведена в 6.5.1.

Если в настоящем стандарте параметры каких-либо сценариев либо сами сценарии не отражены, то применение сценария (параметров) и определение степени деформации конструкции принимается оператором транспортного средства (см. Приложение А).

Транспортные средства должны быть разработаны с учетом удовлетворения требований этих параметров сценариев столкновений, которые соответствуют эксплуатационным условиям. Если условия эксплуатации таковы, что проект сценария столкновения может не произойти или есть доказательство того, что вероятность происхождения такого столкновения и связанных с ним рисков очень низка, то нет необходимости рассматривать такой сценарий при конструировании транспортного средства.

ПРИМЕЧАНИЕ *Системы управления поездов в различных видах движения, должны удовлетворять данным требованиям безопасности.* Локомотивы с центральными кабинами могут подвергаться приемлемому риску при Сценарии 3.

Если система имеет характеристики, которые приводят к значительным рискам при столкновении (вероятность рисков относительно высокая), то они также должны быть рассмотрены в качестве дополнительных Сценариев проектов столкновения.

Если транспортное средство (например, несколько локомотивов в сплотке) работают при скорости столкновения, указанной в настоящем стандарте, то требования, то требования ударопрочности применять не обязательно.

Если тестируется отдельный локомотив или вагон, то режим ведения поезда подбирается для каждого сценария столкновения.

ПРИЛОЖЕНИЕ D *Определяет требования к опытным поездам, для различных типов транспортных средств (локомотив, вагон, и т.д.).*

6 Структура пассивной безопасности

6.1 Общие принципы

В пределах, требуемых настоящим стандартом, следующие меры должны быть использованы для обеспечения безопасности локомотивной бригады и пассажиров в случае столкновения:

- уменьшение риска;
- поглощение энергии столкновения в управляемом режиме;
- наличие пространства выживания;
- замедление движения;
- уменьшение риска схода с рельсов и снижение последствий удара о препятствие.

Применение этих принципов при проектировании сценариев столкновений более подробно рассматривается в следующих пунктах.

ПРИМЕЧАНИЕ Сопутствующим действием при обеспечении безопасности локомотивной бригады и пассажиров, уровень повреждения кузова транспортного средства, скорее всего, может быть снижен при менее тяжелых авариях (с меньшими затратами на ремонт). Если оператор желает указать более ограниченный ущерб для любого сценария столкновения из Пункта 5, чтобы уменьшить затраты на ремонт, то это должно быть частью договорных требований и не является частью требований настоящего стандарта.

6.2 *Столкновение*

6.2.1 Основные требования

Смятие при столкновении должно происходить на концевых частях вагона, а в составе поезда также на его концевых частях.

Ограничитель смятия при столкновении должен осуществлять сцепление с вертикальным смещением между столкнувшимися вагонами.

Критерием приемлемости для ограничения *столкновения* по Сценарию 1, является то, что процесс проверки (моделирования) показывает, *что с начальным вертикальным смещением 40 мм в точке воздействия (с остановленным транспортным средством на более низком уровне, чем с транспортным средством в движении)* достигается критерий замедления и выживания в пространстве.

Кроме того – как минимум одна колёсная пара каждой тележки должна сохранить эффективный контакт *с рельсами* при всем моделировании столкновения.

Проверка должна быть выполнена с расчетом деформации конечной части транспортного средства. Приемлемо иметь упрощенный эквивалент массы и жесткости моделирования для остаточной части транспортных средств, при условии, *что выполнены все требования для выживаемости в ограниченном пространстве.*

6.2.2 Пояснительное приложение

Ограничение смятия при столкновении необходимо для ограничения вертикальных перемещений, возникающих в транспортном средстве и сопротивляющихся этой вертикальной силе, так, что бы нагрузка при столкновения была направлена на поглощения энергии. Вертикальные перемещения и силы возникают из-за смещения контакта/реакции точки поверхности соприкосновения и силы инерции, связанной с замедлением и ускорением транспортного средства.

Вертикальное смещение может быть вызвано износом колес, различными нагрузками и т.д. Начальное вертикальное смещение 40 мм считается достаточным для настоящего рассмотрения.

Ограничение смятия может быть предусмотрено:

а) обеспечением противоподъемными устройствами (препятствующих сдвигу);

b) автосцепными устройствами между транспортными средствами с ограничением перемещения;

c) конструкцией транспортного средства.

6.3 Рабочее пространство, вход и выход

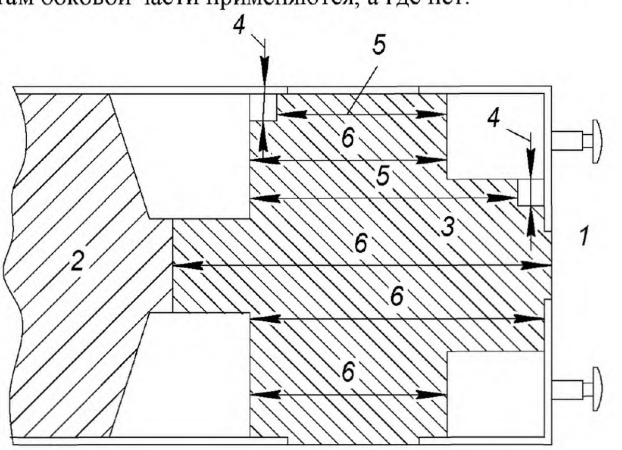
6.3.1 Требования

Корпус, формирующий пространство выживания, должен остаться неповрежденным и быть устойчивым к максимальным силам, воздействующим на него во время деформации.

Местная пластичная деформация и *местное смятие* считаются *допустимым* если доказано, что оно достаточно ограничено так, что пространство для выживания не уменьшается за *пределы*, указанными ниже.

При условии определения сценария, сокращение длины пространства выживания пассажиров должно быть ограничено на: не более 50 мм для расстояния в 5 м или пластичная деформация должна быть ограничена до 10 % в этих областях. Если длина в 5 м расположена в конечной части конструкции транспортного средства, она может быть уменьшена на 100 мм.

В областях временного размещения, таких, как тамбур, используемых как зона деформации, продольные габариты боковой части размером более 250 мм не должны быть уменьшены более чем на 30 % этой зоны. Рисунок 1 показывает пример области, где требования к габаритам боковой части применяются, а где нет.



1 - *Торцевая стенка* транспортного средства;
2 - Посадочные места (пространство для пассажиров);
3 - Область временного размещения (например, конец тамбура);
4 - Максимальное расстояние боковой части 250 мм;
5 - *Расстояние согласно конструкторской документации*;
6 - *Расстояние согласно конструкторской документации.*

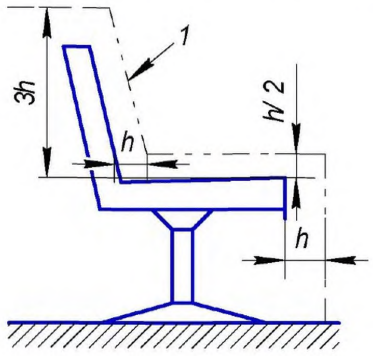
Рисунок 1 – Пример требований к габаритам в сминаемой зоне вагона в области временного расположения пассажиров (например, тамбур)

Должно быть обеспечено пространство для выживания *локомотивной бригады* (и других пассажиров), это либо:

- окружающее ограждение/защита каждого зафиксированного места с минимальным зазором впереди сиденья (измеренное по его осевой линии) как показано на Рисунке 2 (с сиденьем в серединном положении);

- каждый ряд сидений должен быть расположен не менее 0,75 м от последующего ряда и на расстоянии не менее 80 % от исходной высоты между номинальными уровнями пола и потолка.

ПРИМЕЧАНИЕ Одного места в пространстве выживания в кабине достаточно. Пространство для выживания может находиться за пределами кабины, при условии, что есть непосредственный доступ к нему.



h = 300 мм;

1 - зона расположения.

Рисунок 2 - Оформление зоны сиденья *пассажира (машиниста)*

Ветровое стекло должно быть дополнительно, поддерживаться вдоль всего контура, с целью ограничения проникновения стекла в кабину в случае столкновения.

Кроме того, один аварийный маршрут (через определенные порядком эвакуации двери выхода или через окно) должен сохраняться для каждого пассажира и члена локомотивной бригады в пространстве выживания. В случае деформации *кабины* при установленном сценарии столкновения использование аварийных путей *эвакуации должно быть регламентировано*.

6.3.2 Пояснительное примечание (информативное)

Деформация *кабины* или любого оборудования транспортного средства или его части (например, *приборный щит для локомотивных бригад* или ветровое стекло) не должны проникать на пространство выживания при установленном сценарии столкновения.

Корпус, *проходы для осмотра оборудования*, *находящийся* непосредственно перед пространством выживания локомотивной бригады, *не должны создавать дополнительную опасность (например, не должно быть трещин в поверхностях и выступов).*

Локомотивная бригада должна находиться в установленном месте изолированной зоны.

Поддержки ветрового стекла не требуется, так как ветровое стекло должно оставаться неповрежденным при столкновении.

6.4 Предел замедления/импульс столкновения

6.4.1 Основные требования

Среднее продолжительное замедление в пространстве выживания должно быть ограничено до 5 g для Сценария 1 и Сценария 2 и до 7,5 g для Сценария 3.

ПРИМЕЧАНИЕ Ускорение свободного падения - g.

Метод определения среднего замедления для каждой единицы транспортного средства, должен соответствовать моменту, когда чистая контактная сила (сила соударения) на транспортном средстве превышает нулевое значение, до момента, когда значение контактной силы снова падает до нуля.

Прочность оборудования должна соответствовать самому высокому уровню среднего замедления так, чтобы эксплуатация транспортного средства соответствовала сценарию столкновения.

ПРИМЕЧАНИЕ Для замедления до 5 g различие между свидетельством и требованием к силе многих конструкционных материалов будет гарантировать, что это требование достигается без детального анализа. Для ускорения выше 5 g, требования к критическим пунктам к оборудованию должны быть проанализированы.

6.4.2 Пояснительное примечание (информативное)

Замедление транспортного средства определяется величиной чистой контактной силы (силой соударения). Уровни контактных воздействий должны быть значительно выше, чем в среднем допустимые, если они не выдержали требований. Если до того, как чистая контактная сила падает до нуля проходит слишком много времени, то следует использовать то время, когда она падает на 10 % от максимальной силы.

Требования к прочности транспортного средства, должно соответствовать *СТ РК 2101.*

6.5 *Защитный метельник*

6.5.1 Основные требования

Защитный метельник должен быть установлен на локомотивах. *Для других транспортных средств защитный метельник устанавливается, если это требуется конструкторской и нормативной документацией.*

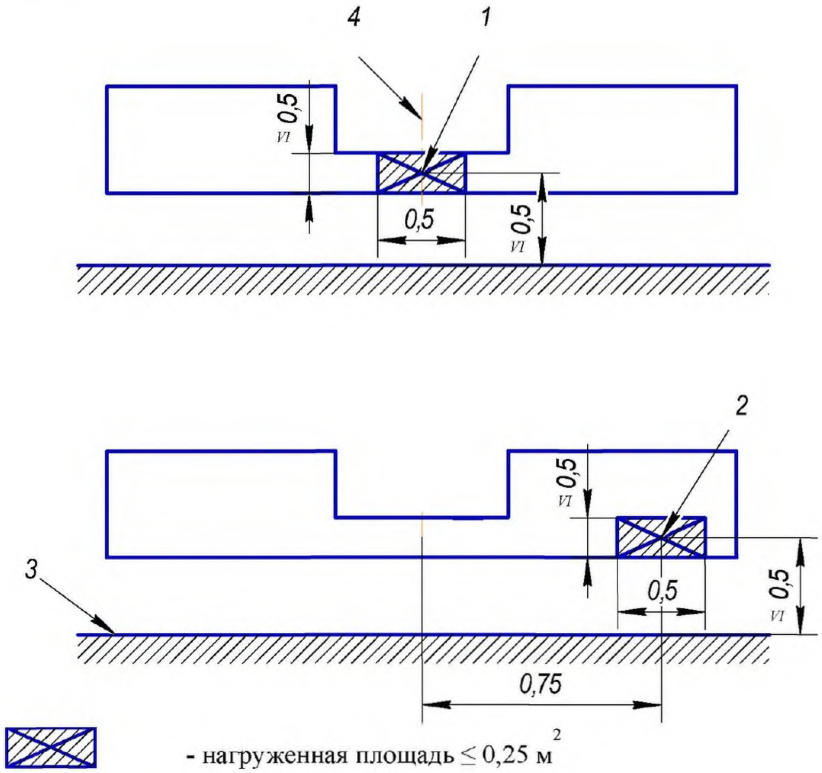
Защитный метельник должен быть необходимого размера, чтобы отбрасывать препятствие в сторону от пути тележки. Он должен состоять из *цельного корпуса* и должен быть сконструирован так, чтобы не отклоняться при *соударении* вверх или вниз. *В нормальных условиях эксплуатации, нижний край защитного метельника должен быть как можно ближе к рельсу, согласно нормативной документации и конструкции транспортного средства.*

Требования по *защитному метельнику*, приведены в Таблице 3 и ниже, а именно:

- *статическая нагрузка должна быть направлена против направления движения транспортного средства, на площади 0,5 м по ширине и до 0,5 м в высоту от нижнего края защитного метельника.* Высота может быть ограничена отверстиями или другим оборудованием. Линия равнодействующей силы должна быть горизонтальной и проходить по центру *защитного метельника*, как приведено на Рисунке 3.

- не должно быть никакой остаточной деформации *защитного метельника* и его крепления в транспортном средстве (как это определено в *СТ РК 2101*;

- если *защитный метельник* перегружен, то он не должен деформироваться, в противном случае он сам начинает представлять опасность. Это можно показать, например, представив, что *метельник* может поглотить энергию, соответствующую указанной центральной статической нагрузке, действующей на деформированную область.



1 – статическая нагрузка по центру метельника;
2 - статическая нагрузка на боковую поверхность (обе стороны);
3 – верхняя часть головки рельса;
4 – центральная часть метельника.

Рисунок 3 - *Защитный метельник при статической нагрузке*

6.5.2 Пояснительное примечание (информативное)

Защитный метельник должен быть расположен в передней части транспортного средства, как ведущая функциональная конструкция он должен *устранять мелкие препятствия* при начальном ударе (в том числе отбрасывать домашний скот, вышедший на пути) и снижать риск попадания *этих препятствий* под колеса.

В горизонтальной проекции *метельник* имеет форму «V – образного» профиля с углом не более 160 °. *Такой тип конструкции может использоваться как снегоочиститель.*

В условиях эксплуатации необходимо учитывать расположение приемных катушек автоматической локомотивной сигнализации (далее АЛС), высота установки которых над уровнем головки рельса должна соответствовать нормативной документации.

Поэтому, для обеспечения безопасности движения, необходимые устройства АЛС должны устанавливаться в соответствии требований национальных стандартов и нормами оператора.

7 Проверка на ударопрочность

Испытывать *целый состав поезда* непрактично, поэтому для достижения целей испытания лучше *проводить* на смоделированных образцах, которые соответствуют

каждому сценарию столкновения. Использование цифрового моделирования является достаточным для точного прогнозирования поведения структуры транспортного средства в области ограниченной *деформации.* Однако, только для областей многочисленных деформаций, проверочная программа должна включать проверку моделей соответствующими испытаниями (комбинированный метод). Приложение В подробно описывает требования к проверке моделей.

Соответствие требованиям Сценария 4 может быть продемонстрировано непосредственно на испытании.

Основные шаги для этого комбинированного метода для нового проектирования *транспортного средства* приведены ниже.

- Шаг 1: Испытание устройства поглощения энергии *в зоне* деформации:

Испытание на полноразмерных образцах должно проводиться в целях обеспечения работоспособности ударопрочных элементов *и изменения конструкции, при необходимости.*

Конфигурация испытания должна быть определена для следующих целей:

- приближения испытаний к одному из сценариев;

- облегчить испытания;

- использовать максимальную возможность поглощения энергии;

- отражения соответствующего (конкретного) изменения конструкции.

Это допустимо для проверки *состояния* оборудования транспортного средства, элементов поглощения энергии, оборудования или устройства, соответствующих индивидуальным полноразмерным испытаниям.

- Шаг 2: *Качество* ***цифровой модели транспортного средства:***

После проведения полноразмерного испытания, описанного в Шаге 1, поставщик должен *проверить качество модели* результатами сравнительного испытания и соответствующего численного моделирования.

Для проверки модели должны использоваться два основных условия для сравнения между испытанием и численным моделированием:

- поведение устройств поглощения энергии, зоны деформации при испытании, и последовательности явления поглощения энергии;

- детальный анализ результатов испытания и дополнительных особенностей уровня силы и перемещений важных *деталей транспортного средства.*

- Шаг 3: *Цифровое* ***моделирование проектов сценария столкновения:***

Должна быть создана 3-D модель для каждого типа конструкции транспортного средства, которая будет подвергаться постоянной деформации.

Эта модель включает *проверку качества* модели кабины машиниста или структуры деформированной концевой части транспортного средства из Шага 2, и полную 3-D модель структуры остальной части кузова.

Обычно только первая или первые две модели транспортного средства должны представлять элементы поглощения энергии и деформированную структуру подробно. Остальные транспортные средства могут быть представлены в виде сосредоточенной массы/рессорной системы и т.д., представляющих их общее *состояние.*

Если кузов транспортного средства симметричен относительно осевой линии, допустимо рассматривать половину модели.

Конечное моделирование конструкций сценариев столкновения в целом (если это продемонстрировано непосредственно на испытании) должно осуществляться в порядке, официально установленном настоящим стандартом. Полная модель *транспортного средства* должна содержать проверенную модель, как это указано выше.

Допускается сокращение программы проверки, если ключевые особенности конструкции были ранее проверены, и если:

- какие-либо изменения не существенно меняют механизмы обеспечения пассивной безопасности;

- пределы безопасности, с учетом требований, удовлетворят каким-либо результатам.

В данном случае ударопрочная *составляющая* должна быть подтверждена на уровне, соответствующем степени изменения:

- сравнением с аналогичным решением (через инженерные чертежи, результаты испытаний и другие технические данные);

- сочетанием компьютерного моделирования/расчетов (например, мультимоделирование фигуры) и соответствующего испытания.

Данные квазистатистических испытаний должны использоваться только для определения поведения механизмов поглощения энергии, где результат не определен, или в случае необходимости регулировки или проверки могут быть обеспечены правильные динамические характеристики.

Использование сокращенной проверочной программы должно быть обосновано. Такое обоснование должно демонстрировать, что используемая программа эквивалентна полной программе, как это указано выше.

ПРИМЕЧАНИЕ *Как правило, необходимы более жесткие, чем обычно, ограничения для контроля свойств материалов (с более четко определенными верхней и нижней границами) в целях ограничения деформации транспортного средства.*

Приложение А
(информационное)

Параметры проектов сценариев столкновений

А.1 Введение

Разрешенные требования к ударопрочности транспортных средств должны быть определены и должна быть оценена необходимость определения конструкции сценария столкновения с точки зрения скорости удара и массы потенциальных препятствий.

Для нормальных европейских условий эксплуатации, сопоставимых с анализом аварии при столкновении, см. [4], [5], [7] и [8], параметры конструкций сценариев столкновения и связанные с ними требования ударопрочности, перечисленные в Пункте 5, применимы. В Разделе 4 приведены параметры для каждой категории транспортного средства.

Сценарий 1 Был выбран потому, что результатом столкновения «поезда с поездом» явилось наибольшее число серьезных травм. Столкновения считаются одинаковыми, если оно произошло между однотипными железнодорожными *транспортными средствами.*

Сценарий *2 Представляет собой столкновение с тупиковым упором.*

Сценарий 3 Является одним из видов аварий, которые являются наиболее сложными для предотвращения травм активными мерами безопасности. Значение данного типа столкновения зависит от распространенности уровня пересечений, *скорости эксплуатации и аварийной остановки поезда стоп-краном, и длины тормозного пути.*

Сценарий 4 применяется, когда *транспортное средство* сталкивается с препятствием, имеющим центр массы, расположенный ниже уровня головки *рельса. Существует большой риск схода с рельсов, что может быть уменьшено, если защитный метельник установлен на транспортном средстве.*

Конструкционный случай для каждого сценария зависит от управления движением поезда и активной системы безопасности, а также особенностей инфраструктуры, массы и скорости эксплуатации железнодорожного *транспортного средства.*

Нет никаких конкретных требований к *устройствам,* выдерживающим боковые удары и препятствующим проникновениям через боковые структуры.

Соответствующие требования для конкретных технических и эксплуатационных условий бывшего Советского Союза (например, использование *автосцепок СА-3*) должны быть *произведены* по соглашению в каждом конкретном случае.

В некоторых случаях конструкционные сценарии столкновений и их параметры для некоторых операций могут содержаться в требованиях. *В каждом случае требования должны быть соблюдены.*

При отсутствии единых правил, устанавливающих ограничивающие условия, и где параметры конструкционного сценария столкновения из Таблицы 2 не применяются, оператор должен продемонстрировать, что подходящее положение было достигнуто для защиты пассажиров и членов локомотивной бригады от рисков, определенных настоящим стандартом, а также должны быть использованы соответствующие методы для оценки:

- вероятности каждого сценария столкновения;
- *конкретности* каждого сценария столкновения;
- сокращения в достигаемом риске от активных и пассивных элементов предлагаемой системе защиты при столкновении.

А.2 Определение рисков конструкционных сценариев столкновений, которые отличаются от нормальных европейских действий

А.2.1 Конструкционные сценарии столкновения

Этот раздел дает рекомендации о том, как может быть установлен конструкционный сценарий столкновения, где параметры конструкционных сценариев столкновения Пункта 5, не применяются при отсутствии других правил.

Пункт 5 устанавливает ссылки для рассмотрения конструкционных сценариев столкновения.

Чтобы определить предельный случай для каждого конструкционного сценария столкновения необходимо проанализировать риски, основанные на характеристиках железнодорожных *транспортных средств* и характеристиках препятствий при столкновениях в точке воздействия, а также проанализировать вероятность столкновения, происходящего в каждой конкретной железнодорожной системе.

Вероятность происхождения одного конкретного сценария столкновения будет выводиться из рассмотрения типа железной дороги, её эксплуатационных характеристик и действия активной системы защиты при столкновении.

Характеристики каждого сценария должны быть определены следующими параметрами:

- *конструкцией транспортного средства;*
- *массы транспортного средства;*
- механические характеристики железнодорожного транспортного средства, включая жесткость, связующую систему, элементы поглощения энергии и т.д.;
- скорость при ударе;
- характеристики препятствия.

А.2.2 Анализ рисков

Анализ рисков, связанных с каждым из потенциальных сценариев столкновения, должен осуществляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта и разработанными методиками.

Оценка рисков должна предусматривать риски при столкновении, представленные требованиями к железнодорожному транспорту и связанной с ним инфраструктуре, в рамках которой железнодорожные транспортные средства должны быть спроектированы и эксплуатируются, включая активный контроль и сигнализацию (активная безопасность).

Главное требование для анализа рисков является обеспечение того, что риски, возникающие в результате столкновения с участием новых конструкционных типов железнодорожного транспорта, не будут выше, чем риски при столкновении с участием существующих железнодорожных *транспортных средств*. Чтобы минимизировать риски при столкновении, необходимо использовать все разумные меры безопасности.

При отсутствии установленных единых правил машинист должен нести ответственность за обеспечение надлежащего анализа риска, проводимого для определения конструкционного сценария столкновения и определение отношений между железнодорожным транспортным средством и препятствием.

Оператор железнодорожной сети должен привлечь посредника или какого-либо другого независимого сотрудника для проведения анализа рисков.

Предприятие-поставщик *транспортных средств* должно *проводить* анализ рисков в отношении характеристик новых транспортных средств.

Рекомендуется использовать «прямые» и «косвенные» способы анализа рисков, разработанные на основе методов, определенных стандартом EN 50126-1 и с учетом статистического анализа, использующего данные предыдущих столкновений (см. А.2.5). Доступные анализы рисков включают в себя:

- исследование опасности и работоспособности по *ГОСТ Р 51901.11*;
- метод анализа видов и последствий отказов по *ГОСТ Р 51901.12*;
- *анализ неисправностей* по *ГОСТ Р 51901.13*.

Если существующие анализы доступны для аналогичных транспортных средств, работающих в аналогичной инфраструктуре, достаточно рассмотрения применимости предыдущих анализов.

А.2.3 Факторы, которые следует рассматривать при оценке рисков

Факторы, которые могут повлиять на скорость при ударе транспортного средства, включают:

- максимальную эксплуатационную скорость;
- тип операции, сигнальный прицел и тормозной путь поезда;
- безопасность сигнальной системы, в том числе обеспечение и характеристики систем безопасности.

Там, где применяются устройства АЛС, подход к другим системам безопасности должно строго контролироваться и скорость ограничения должна быть регламентирована. Скоростные *характеристики при оценке рисков* также должны быть рассмотрены.

Другие факторы, которые *должны рассматриваться*:

- участки железнодорожных путей, где движение происходит в обоих направлениях;
- характеристики оперативной системы управления;
- *расположение светофоров и границы блок-участков;*
- *тормозной путь при экстренном торможении.*

Факторы, которые могут повлиять на типы препятствий при столкновении, должны учитываться в соответствии с требованиям к железнодорожной сети:

- Является ли она «закрытой» железнодорожной сетью (коридором) – такой, как система быстрого транзита, с одним типом подвижного состава?
- Является ли она «открытой» *железнодорожной сетью* со смешанным движением?
- Есть ли железнодорожные переезды? – Если нет, то нет необходимости рассматривать перекрестные сценарии столкновения.
- Является ли железная дорога, защищенной от нарушителей (вандалы и группы террористического характера)?
- Есть ли ограждение? Безопасно ли это? Будет ли железнодорожная линия находиться на достаточно безопасном расстоянии от крупных животных?
- Есть ли соответствующий *анализ поведения* людей, создающих препятствие на железнодорожной линии (случайно или умышленно? Какой тип и размер препятствия?).
- Есть ли соответствующий *анализ препятствий на железной дороге*, возникающих в результате природных особенностей в районе железной дороги.

А.2.4 Столкновение при сходе с рельсов

Столкновение с последующим крушением, относится к редким событиям и невозможно точно предсказать поведение поезда при сходе с рельсов или установить ограниченные случайные сценарии столкновения. Защита, предоставляемая в соответствии с настоящим стандартом, будет смягчать последствия таких инцидентов, но в дальнейшем рассмотрение последствий выходит за рамки настоящего стандарта.

А.2.5 Ниже приводятся нормативные документы, содержащие соответствующие истории столкновений:

- транспортные средства категории С-I ([4], [5] и [6]);
- транспортные средства категории С-III и С-IV (см. [7], [8], [9] и [10]).

Данные примеры могут использоваться как основа для определения сценариев столкновения для новых *транспортных средств*, но анализы риска имеют обеспеченный сценарий и косвенные риски должны соответствовать фактическим условиям эксплуатации и характеристикам новых *транспортных средств*.

Приложение В
(обязательное)

Требования к программе испытаний

В.1 Технические условия на методы испытаний

В.1.1 Программа испытаний

Целью испытательной программы является проверка того, что *цифровые* модели, используемые в окончательной демонстрации, правильно воспроизводят поведение механизмов поглощения энергии. Испытания должны отражать требования к поглощению энергии в Сценарии 1 и Сценарии 2, где это применяется при проектировании. *Качественные* испытания должны проводиться на каждом этапе сборки узлов транспортного средства, участвующих в процессе поглощения энергии. Когда конечная часть сборки транспортного средства использует те же принципы поглощения энергии, выполнять *отдельную проверку размеров* не нужно.

Это допустимо для проведения отдельных испытаний на элементы поглощения энергии, которые выполняются самостоятельно.

Все *энергетические* механизмы поглощения энергии должны быть включены в это же испытание.

Испытания, как правило, должны поглощать не менее 80 % от максимально требуемой энергии, которая должна быть поглощена механизмом на стадии испытания. Если в испытании используется меньшее значение, то это должно быть обосновано и это значение не должно быть меньше, чем 50 % от необходимой энергии.

Полноразмерное испытание должно проводиться при достаточной энергии, чтобы обеспечить:

- все механизмы, задействованные в испытании;
- при динамических испытания скорость удара должна составлять, по крайней мере, 50 % от скорости в используемом сценарии;
- все механизмы, которые, так или иначе, были проверены в течение всего испытания.

ПРИМЕЧАНИЕ Испытание компонентов, поведение которых очень чувствительно к большой скорости (например, заслонки и т.д.) должно быть проведено на эффективной скорости при ударе, указанной в Сценарии.

В.1.2 Критерии приемлемости для *проверки качества испытания*

Для проверки *качества цифровой* модели транспортного средства испытание должно проводиться с соответствующим уровнем точности, сопоставимые параметры должны быть измерены и результаты должны быть зафиксированы полностью.

Испытание будет включать:

- измерение сил, скорости при столкновении, замедления и деформации для выполнения сравнений (энергии, деформации и т.д.) различных устройств и механизмов поглощения энергии при испытании компонентов;
- измерения транспортных средств до и после испытания, по согласованным параметрам;
- отчеты о технических испытаниях, общие и детальные чертежи, используемые, где это необходимо, высокоскоростное видео, позволяющее сравнивать кинематику испытания с соответствующим моделированием;
- скорость удара (измеряется, по крайней мере, ± 0,5 км/ч) и массы испытуемого железнодорожного транспортного средства (измеряется, по крайней мере, ± 5%);

- расчеты неопределенности фактических измерений в ходе испытания, относящиеся к соответствующим параметрам *цифровой* модели, должны быть количественно представлены в отчете;

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуется подтверждать, по крайней мере, двумя независимыми отчетами ключевые значения скорости, силы и параметров перемещения. Рекомендуется также дублировать некоторые другие существенные записи (например, время воздействия, ускорения, скорости).

- испытательные сигналы должны быть отфильтрованы минимум 1000 Гц фильтром низких частот.

В.2 *Цифровое моделирование*

В.2.1 Проверка *цифрового моделирования*

Модели, используемые в моделировании, показывают, что соблюдаемые сценарии должны быть основаны на тех же методах моделирования, которые использовались для сравнения с испытаниями. Моделирование считается приемлемым, если, по сравнению с испытаниями, следующие критерии будут достигнуты:

- одинаковая последовательность событий, происходящих во время столкновения (т.е. совпадают несколько этапов поглощения энергии);
- одинаковое происходящее явление деформации;
- уровень поглощения энергии моделью в пределах 10 % от испытуемого значения;
- процесс моделирования кривой общей силы (максимальные значения и спады, уровни и т.д.), которые имеет те же общие характеристики, как и выявленные в ходе испытания. (Наличие высоких переходных частот должно быть удалено путем фильтрации 180 Гц фильтром низких частот, при проведении такого сравнения).

При столкновении энергия поглощается числом легко отличимых или прогрессивных этапов, следующие критерии сравниваются как вместе, так и каждый отдельно:

- схождение результатов при моделировании находится в пределах 10% от реально полученного при испытаниях значения;
- значение средней силы, найденное в графе «сила-смещение» должно быть в пределах 10% от реально полученного при испытаниях значения.

Неопределенность измерений при испытаниях, а также при цифровом моделировании, должна быть количественно представлена в протоколе. Любые разрывы, наблюдаемые в калибровочных параметрах, которые были выявлены ранее, должны быть представлены количественно, должны быть разъяснены и обоснованы (наряду с различиями между любым начальным моделированием и результатами испытания).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Цифровое моделирование - способ исследования реальных явлений, процессов, устройств, систем и др., основанный на изучении их математических моделей (математических описаний) с помощью ЦВМ. Программа, выполняемая ЦВМ, также является своеобразной моделью исследуемого объекта. При цифровом моделировании используют специальные проблемно-ориентированные языки моделирования; одним из наиболее широко применяемых в моделировании языков является язык CSMP, разработанный в 60-х гг. в США. Цифровое моделирование отличается наглядностью и характеризуется высокой степенью автоматизации процесса исследования реальных объектов.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Хорошая совместимость между испытанием и результатами моделирования зависит в основном от качества численной модели и точности кинематики испытания. Свойства материалов зоны деформации должны отражать фактическое поведение используемых материалов. Номинальное значение материала должно быть использовано в других частях модели. В идеальном варианте, только масса и скорость должны быть скорректированы в процессе моделирования, чтобы соответствовать результатам калибровочного испытания.

В.2.2 Имитационное моделирование

Моделирование базовых сценариев должно быть выполнено с *цифровыми* моделями, которые точно повторяют геометрию структур и устройств поглощения энергии. Должно

быть *рассмотрено функционирование автосцепных устройств* и буферов при столкновении. Чтобы считаться достоверным, моделирование области поглощения энергии (зоны деформации транспортного средства) основных средств, в базовых сценариях должно быть основано на тех же методах моделирования, степени детализации и точности представления, которые использовались в испытательном моделировании.

Для всех сценариев моделирования, должен быть подготовлен расчетный отчет, который содержит описание сценариев и подробное описание препятствия и модели подвижного состава. Должна быть включена проверка модели транспортного средства (либо непосредственно, либо ссылкой на другой документ).

Для согласования соответствия каждому сценарию моделирование должно быть документально зафиксировано в виде полного измерения объектов, также должно быть зафиксировано общее поведение подвижного состава в соответствии с *техническими требованиями.*

Приложение С
(обязательное)

Определение препятствия

С.1 Большое деформируемое препятствие

При столкновении между *транспортным средством* и большим тяжелым препятствием на переезде, эквивалентное деформируемое препятствие *должно* полностью соответствует *цифровой* модели, представленной в конкретной аварии, смоделированной программным обеспечением.

Препятствие должно использоваться, как приведено на Рисунке С.1. Это определено в следующих характеристиках:

a) геометрия, как показано на Рисунке С.1;

b) масса = 15 000 кг;

c) центр массы на 1 750 мм над уровнем рельсов;

d) части А и В могут быть смоделированы с или без обшивочных листов;

e) *непрерывное осевое однообразие плотности и жесткости;*

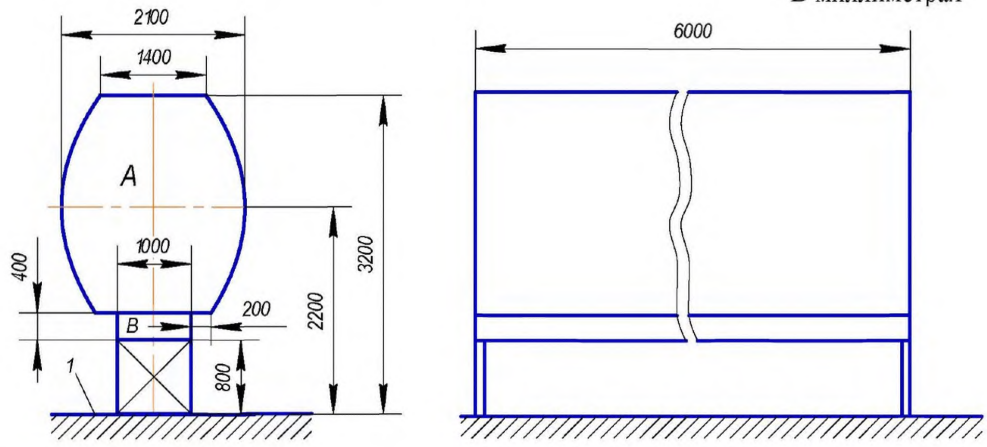
f) нулевое трение о землю;

g) если трение между препятствием и поверхностью моделируется, то оно должно быть принято в значении 0,2;

h) *центральный буфер* поезда в конце кабины, должен быть опущен в моделировании с настоящим препятствием.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Плотность препятствия может быть изменена в направлении *Z*, а жесткость в направлении *X* для достижения требуемых свойств.

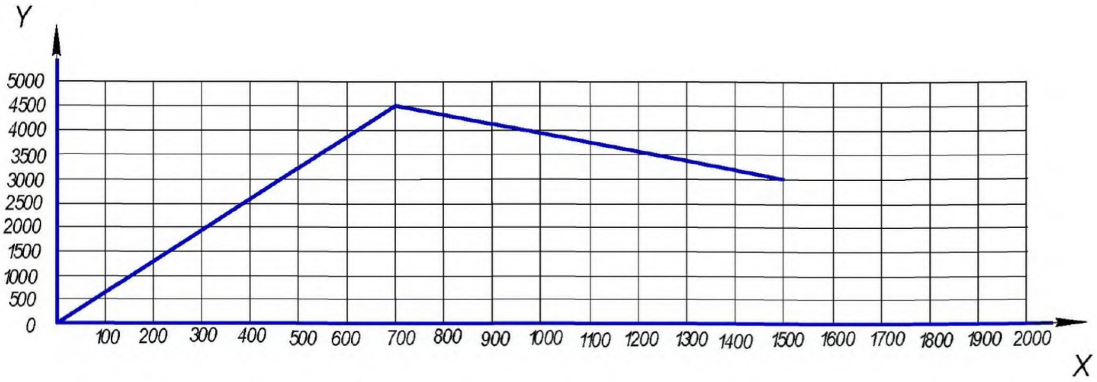
В миллиметрах



1 - верх головки рельса;

А, В - части препятствия.

Рисунок С.1 – Геометрические размеры деформируемого препятствия



Y - продольная сила, в кН;

X - размер сферы (направление x), в мм.

Рисунок С.2 - Жесткость деформируемого препятствия

Жесткость деформируемого препятствия должна соответствовать характеристикам продольной силы вытеснения, график изображен на Рисунке С.2, при столкновении в центре сплошной, равномерной сферы, определяемой ниже:

a) форма удара - твердая, единая сфера с диаметром 3 м (т.е. центр массы на расстоянии 1,5 м над уровнем рельсов);

b) ударная масса - 50 000 кг;

c) ударная скорость - 30 м/с;

d) удар, имеющий только продольную свободу смещения (направление *x*);

e) характеристика продольной силы смещения должна быть выше минимальной кривой рисунка С.2.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Характеристика силы смещения может быть отфильтрована фильтром 60 Гц нижних частот для соответствия настоящему условию. (Требования для вертикальной составляющей силы контакта не установлены).

С.2 С-IV Смещающееся препятствие при столкновении

Смещающееся препятствие при столкновении с трамваем, показано на Рисунке С.3:

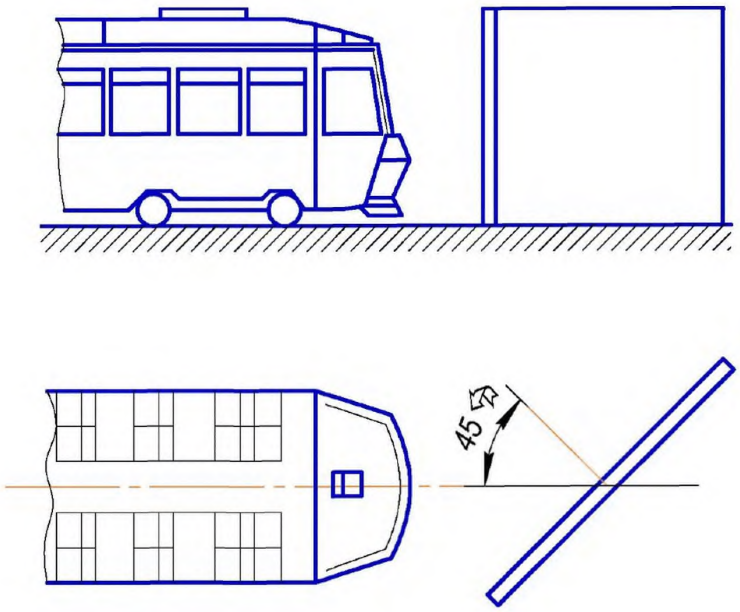


Рисунок С.3 - Угол столкновения трамвая с препятствием

Препятствие должно быть жестким и перекрывать габарит *трамвая.*

Препятствие имеет две степени свободы со смещением в направлении *x* или направлении *y* (т.е. не свободное вращение). Масса препятствия 3 т.

Целью данной оценки является исследование поведения структуры *трамвая.* Поэтому требования применяются только к *конструкции ведущего вагона трамвая.*

По данной упрощенной модели, корпус трамвая должен быть *остановлен,* чтобы не иметь свободы движения в направлениях точек корпуса основного вагона и сил/напряжения/деформации, созданные ограничения не должны являться частью оценки.

Приложение D
(обязательное)

Опытный поезд и его формирование

D.1 *Опытный поезд* для испытаний локомотивов, тяговых агрегатов, вождение прицепа и конструкции пассажирских вагонов

Опытный поезд должен быть сформирован и использован для испытания транспортных средств и их конструктивных частей и узлов, находящихся в процессе проектирования, разработки (постройки). В разделах ниже определены требования к *опытному* поезду для различных типов транспортных средств.

Правила моделирования, приведенные в Приложения А и В должны быть приняты для имитации опытного поезда.

D.2 Испытания локомотива

Для *испытания* локомотива опытный поезд должен *формироваться* только из *грузовых* вагонов (см. Рисунок D.1). Это относится к локомотивам, которые используются для грузовых и пассажирских перевозок.

ПРИМЕЧАНИЕ Так как локомотив работает в обоих направлениях, характеристики поглощения энергии, необходимых для удовлетворения Сценария 2, будут существовать на обоих частях локомотива и обеспечат достаточное поглощение энергии для удовлетворения требований ударопрочности поезда.



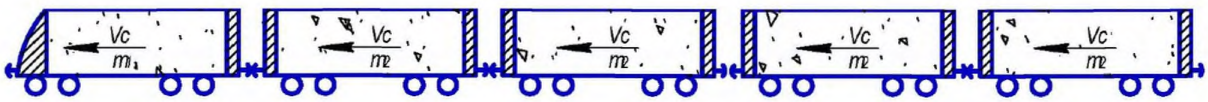
- область поглощения энергии;

m1- фактическая масса локомотива при столкновении должна быть *определена;*
m2- 80 т.

Рисунок D.1 – *Опытный* поезд

D.3 *Тяговый агрегат* и конструкция вождения прицепа

Для конструкции *тяговых агрегатов* и вождения прицепа *опытный поезд* должен состоять из пассажирских вагонов четырех транспортных средств (см. Рисунок D.2). Конструкция передней части транспортного средства должна быть способна поглощать энергию. Это дает характеристики транспортного средства, указанные ниже.



- область поглощения энергии;

m1 - фактическая масса ведущего транспортного средства при столкновении, должна быть *определена;*

m2 - средняя масса тяжелого класса прицепов при столкновении. Если нет *определенной* информации *m2* можно считать такой же как *m1*. Если *m1 – тяговый агрегат* массой не более 50 т, *m2* может принято как 50 т, для железнодорожных линий.

Рисунок D.2 – *Тяговый агрегат*, вождение прицепа *опытного* поезда

Предполагается, что характеристика силы смещения транспортного средства должна быть связана с расположением *сцепного устройства* и с рассматриваемым классом транспортного средства. Характеристика промежуточного конца *тягового агрегата* вождения прицепа может быть использована для *специальных* транспортных средств, при отсутствии другой информации.

Конструкция *тягового агрегата* или вождения прицепа *опытного поезда* могут рассматриваться для удовлетворения требований настоящего стандарта без дальнейшей оценки при работе с любым пассажирским подвижным составом, что также соответствует настоящему стандарту.

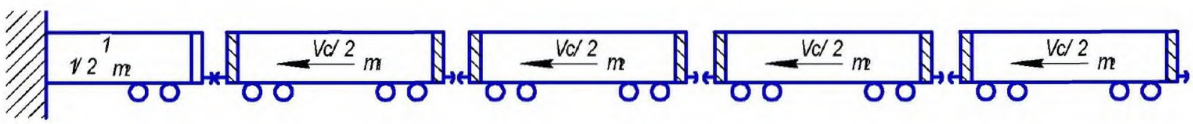
ПРИМЕЧАНИЕ Характеристики транспортных средств *опытного* поезда, не предназначены для указания каких-либо требований ударопрочности пассажирского транспортного средства. Они предназначены только для использования в качестве стандартизированных условий моделирования *тяговых агрегатов* и ударопрочности вождения прицепа.

D.4 Разработка конструкции пассажирского вагона

Для *изучения* конструкции индивидуального пассажирского вагона, он должен быть включен в состав *опытного поезда*. Индивидуальная конструкция пассажирского транспортного средства должна работать на любом этапе формирования поезда. Положение за ведущим транспортным средством считается наихудшим положением. *Формирование опытного поезда* показана на Рисунке D.3 и обеспечивает *изучение* подходящего состояния.

Таким образом, *опытный поезд* для проектирования всех индивидуальных промежуточных вагонов должен состоять из:

- неподвижного вагона против прочной стены;
- четырех вагонов (включая пассажирский вагон), столкновение при скорости $V_c/2$ по Сценария 1;
- пассажирский вагон оценивается и является ведущим в движении транспортного средства.



- область поглощения энергии;

1 – неподвижный вагон;

m1 - фактическая масса пассажирского вагона при столкновении;

m2 - средняя масса тяжелого класса прицепов при столкновении. Если нет оценочной информации *m2* можно считать такой же как *m1*. Если *m1 – тяговый агрегат* массой не более 50 т, *m2 принимается* как 50 т, для железнодорожных линий.

Рисунок D.3 - Упрощенная оценка пассажирского вагона

Предполагается, что характеристика силы смещения транспортного средства должна быть связана с расположением *сцепного устройства* и с рассматриваемым классом транспортного средства. Характеристика транспортного средства может быть использована для *специальных* транспортных средств при отсутствии другой информации.

Любой пассажирский вагон может рассматриваться для удовлетворения требований настоящего стандарта без дальнейшей оценки при работе с любым пассажирским подвижным составом, что также соответствует настоящему стандарту.

Библиография

[1] Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). Утверждены Министерством путей и сообщения Российской Федерации от 22.01.1996 г.

[2] Нормы для расчета и оценки прочности несущих элементов, динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. Утверждены Министерством путей и сообщения Российской Федерации 12.01.1998 г.

[3] Нормы для расчета и оценки прочности несущих элементов и динамических качеств экипажной части мотор-вагонного подвижного состава железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. Утверждены Министерством путей и сообщения Российской Федерации 10.02.1997 г.

[4] ERRI B205.1/DT 357 ERRI B205.1/DT 357 Report: Analysis of Collision Accidents. Statistical Analysis of Collision Accidents in Europe during 1991 - 1995. Sponsoring body: UIC Passenger Commission. November 1997 (Доклад: Анализ столкновений - Статистический анализ столкновений, произошедших в Европе в период с 1991 - 1995. Спонсорский состав: МСЖД Пассажирские комиссии. Ноябрь 1997).

[5] SAFETRAIN SAFETRAIN. Train Crashworthiness for Europe, Sub-task 1.1 Collision Risk Analysis, Final report (Ударопрочность поездов для Европы, Подпункт 1.1 Анализа рисков при столкновении, заключительный отчет).

[6] Железнодорожная безопасность, Инспекция по охране труда, Ежегодный отчет о безопасности на железных дорогах в Великобритании 2000 года, Канцелярия.

[7] SAFETRAM - Технический отчет Объединенной Тихоокеанской железной дороги 1: Статистика легкорельсового транспорта, Декабрь 2000 г.

[8] SAFETRAM - Технический отчет Объединенной Тихоокеанской железной дороги 1: Идентификация введенного аварийного сценария для города и пригородных трамваев, Июль 2002 г.

[9] SAFETRAM - Технический отчет Объединенной Тихоокеанской железной дороги 1: Статистический анализ и анализ риска на пригородных трамваях, Январь 2002 и Февраль 2002 г.

[10] Трактат, Университет Ганновера - Теоретические наблюдения столкновений на железнодорожных переездах, Шекер Верлаг Ачен, 2002 г.

УДК **МКС 45.060.01 MOD**

Ключевые слова: железнодорожное рельсовое транспортное средство, требование безопасности, активная безопасность, пассивная безопасность, приемлемый риск, ударопрочность, столкновение, сминание, устройство поглощения энергии, пространство выживания

Басуға _____ж. қол қойылды. Пішімі 60х84 1/16 Қағазы офсеттік.
Қаріп түрі «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, 793324

gost.e-ecolog.ru