

ных легковых автомобилей, комфортабельность которых за последние годы значительно повысилась.

По имеющимся данным, в 2003 г. оборот сообщений, обслуживаемых поездами из вагонов семейства Corail, был равен примерно 200 млн. евро, при этом дефицит составлял около 20 %. К тому же эти сообщения сконцентрированы на постоянно уменьшающемся числе маршрутов. Для выведения эксплуатации поездов из вагонов Corail на уровень рентабельности необходимо, чтобы каждый поезд перевозил в среднем не менее 200 пассажиров на всей протяженности маршрута, но это не всегда осуществимо. Очевидно, желательна финансовая поддержка этих убыточных сообщений со стороны регионов.

На начальном этапе обращения поезда из вагонов TéoZ произвели благоприятное впечатление как по комфорту, так и по декоративному оформлению вагонов. В то же время, даже если к техническому обслуживанию и ремонту этих вагонов будут привлечены мастерские-изготовители, эксплуатационным службам все равно придется в течение всего срока службы поддерживать в надлежащем состоянии велюровые и кожаные покрытия кресел и ковровое покрытие по-



Рис. 4. Фрагмент внешнего оформления вагона TéoZ смешанного назначения

ла. По оценкам SNCF, расходы на содержание вагонов TéoZ будут на 10 – 20 % выше, чем на содержание традиционных вагонов семейства Corail.

M. Hubscher. Chemins de Fer, 2003, № 5, p. 30 – 33.

Подвижной состав повышенной безопасности при столкновениях

В ходе реализации проекта EU/UIC SAFETRAIN «Безопасность при столкновениях европейского железнодорожного подвижного состава, дизайн и защита пассажиров» были разработаны рекомендации для железных дорог и промышленности по созданию безопасного при столкновениях подвижного состава. Дальнейшее повышение безопасности железнодорожного транспорта может быть успешно достигнуто путем постепенного внедрения такого подвижного состава с соблюдением соответствующих рамочных условий. Рекомендации проекта SAFETRAIN направлены на дальнейшее совершенствование конструкции подвижного состава и повышение его пассивной безопасности. Другой проект (SAFETRAM) касается пассивной безопасности вагонов трамвая, а также облегченных поездов региональных линий в Европе.

После успешного завершения проекта EU/UIC SAFETRAIN, посвященного научно-техническим основам вагоно- и локомотивостроения и наиболее важным результатам, достигнутым в этой области, в июне 2001 г. был начат следующий проект SAFETRAM

«Безопасность европейских вагонов трамвая при столкновениях», который поддерживается ЕС в рамках программы Competitive and Sustainable Growth⁷. Ответственность за квалифицированную реализацию обоих проектов была возложена на представителей европейских железных дорог и железнодорожной промышленности, а также на научно-исследовательские учреждения под общим руководством португальского отделения концерна Bombardier Transportation. Партнерами в этом проекте в настоящее время являются:

- ALCAN Mass Transportation Systems (Цюрих); Alstom (Ла-Рошель); Ansaldo Breda (Пистойя) и Bombardier Transportation (Нюрнберг) — от железнодорожной промышленности;
- транспортное предприятие Берлина (BVG), железные дороги Германии (DBAG), Автономное управление транспорта Парижа (RATP) и Национальное общество железных дорог Франции (SNCF) — от компаний-перевозчиков;
- CNTK (Варшава); MIRA (Йоркшир); Технический университет Берлина и Instituto Superior Tecnico (Лиссабон) — от научно-исследовательских учреждений.

В то время как в рамках проекта SAFETRAN были определены основные принципы надежности при столкновениях для моторвагонных поездов, пассажирских вагонов и тягового подвижного состава европейских железных дорог, в проекте SAFETRAM разрабатываются те же принципы для облегченного рельсового подвижного состава (LRV), такого, как поезд и вагоны городских железных дорог, метрополитена и трамвая.

Целью рекомендаций, выработанных в рамках этих проектов, является дальнейшее повышение пассивной безопасности подвижного состава, которое сочетается с системами активной безопасности на железных дорогах и направлено на снижение риска при столкновениях. Для среднестатистических аварийных случаев необходимо обеспечить контролируемую деформацию кузова, защищающую пассажиров и обслуживающий персонал.

Наряду с дальнейшим повышением безопасности пассажиров и обслуживающего персонала контролируемая деформация пассажирских вагонов и тягового подвижного состава (включая буферные устройства) способствует также защите основной конструкции. Надежность магистральных и маневровых локомотивов при столкновениях способствует повышению безопасности при грузовых перевозках и маневровых работах, а также обеспечивает сохранность грузов. В связи с этим полезный эффект распространяется не только на повышение пассивной безопасности машинистов тягового подвижного состава, но также на снижение ущерба, наносимого подвижному составу и перевозимым грузам.

Широкое распространение облегченного рельсового подвижного состава (особенно в области общественного транспорта), обращаемого как на отдельных линиях, так и на магистральных совместно с пассажирскими и грузовыми поездами, требует разработки надежных конструкций кузовов, обеспечивающих безопасность пассажиров и машиниста при столкновениях. В связи с этим в рамках проекта SAFETRAM из всего множества типов эксплуатируемого в Европе подвижного состава LRV были выбраны две наиболее представительные категории:

- City Tram (СТ, городской трамвай) с самой широкой и разнообразной областью использования в Европе;
- Periurban Tram, или TramTrain (РТ, поезд региональной городской железной дороги), который является перспективным средством связи между центрами городов и пригородами.

Важными аргументами в пользу выбора именно этих категорий подвижного состава стали:

- возрождение трамвая в Европе как средства общественного транспорта;
- признание в международном масштабе положительного опыта использования в городском и регио-

нальном сообщении вагонов трамвая («Модель Карлсруэ»);

- прогнозируемые шансы дальнейшего развития этих категорий.

Результаты проекта SAFETRAM требуют также более широкого распространения подвижного состава, прочность на продольное сжатие которого ниже 1500 кН. Допуск его к эксплуатации без специальной проверки безопасности до настоящего времени разрешался только в Германии в соответствии со стандартом DIN 5560. Теперь в рамках проекта SAFETRAM подтверждена приемлемость требований этого стандарта в качестве концептуальной основы для проектирования регионального подвижного состава городских железных дорог.

Общие условия расчета пассивной безопасности пассажирского подвижного состава

Несмотря на вступление в силу действующего в европейском масштабе положения, регламентирующего безопасность подвижного состава при столкновениях, компании-перевозчики не обязаны заменять свой подвижной состав новым, полностью отвечающим требованиям этого положения.

Выявленная в процессе реализации проектов SAFETRAN и SAFETRAM чрезвычайно низкая вероятность происшествий со смертельным исходом при авариях на европейском железнодорожном пассажирском транспорте позволяет вводить новый подвижной состав повышенной безопасности поэтапно, в рамках экономически целесообразного обновления или расширения парка. При этом потери компаний-перевозчиков, связанные с авариями, будут постепенно снижаться, обеспечивая улучшение экономических показателей в целом по парку подвижного состава. Увеличение численности подвижного состава повышенной безопасности будет способствовать возрастанию уровня пассивной безопасности пассажиров и обслуживающего персонала.

Важным моментом при выполнении пассажирских перевозок является общая концепция безопасности, принятая на железных дорогах. Активная безопасность будет играть решающую роль даже в том случае, если промышленность полностью перейдет на выпуск подвижного состава повышенной безопасности. Известно, что гораздо выгоднее предупреждать столкновения, чем бороться с их последствиями. В связи с этим требования к безопасности железнодорожного подвижного состава при столкновениях в перспективе будут также учитывать вероятность таких аварий в эксплуатации.

Из сказанного следует, что требования, учитываемые в расчетах безопасности подвижного состава при столкновениях, должны быть функцией активной безопасности. Эти требования могут формулироваться в технических условиях на приобретаемый подвижной состав.

Сложностей нет, если речь идет о моторвагонном подвижном составе, в частности поездах городских железных дорог и метрополитена, вагонах трамвая, а также о вагонах с кабиной управления и прицепных, используемых в поездах неизменной составности. Иная ситуация с тяговым подвижным составом многоцелевого назначения или вагонами с кабиной управления и прицепными пассажирскими вагонами, неиспользуемыми в нерасцепляемых составах.

Так как высвобождающаяся при столкновениях кинетическая энергия должна преобразовываться в контролируемую работу деформации определенных элементов кузова, необходима оптимизация распределения энергии в данном поезде. Такая оптимизация приводит к тому, что подвижной состав, находящийся в голове или хвосте поезда, принимает на себя значительно большую часть энергии при столкновении, чем промежуточные вагоны.

С технической и эксплуатационно-экономической точек зрения такой эффект является положительным, так как в случае приобретения большей части подвижного состава для пассажирских поездов, т. е. промежуточных вагонов, расходы по обеспечению безопасности значительно ниже, чем на тяговый подвижной состав и концевые вагоны с кабиной управления. Тот факт, что концевые вагоны поездов повышенной безопасности при столкновениях воспринимают значительно больше энергии, чем промежуточные, позволяет сделать ряд выводов, которые следует учитывать при закупке подвижного состава:

- необходимая степень безопасности при столкновениях в пассажирских поездах, ведомых локомотивом или концевыми моторными вагонами, может быть достигнута лишь в том случае, если не только пассажирские вагоны, но также и тяговые единицы обладают повышенной безопасностью;

- высокая энергопоглощающая способность концевых вагонов повышенной безопасности является дополнительным аргументом в пользу использования концевого вагона с кабиной управления в поезде с локомотивной тягой. При отсутствии такого вагона для обеспечения безопасности потребуются его замена специальным вагоном усиленной конструкции или вторым локомотивом;

- для расчета параметров подвижного состава пассажирских поездов повышенной безопасности необходимо знать планируемую составность и назначение поезда, на основании которых рассчитывают конструкцию тяговой единицы и концевого вагона с кабиной управления.

Рекомендации по повышению безопасности подвижного состава при столкновениях

Повышение пассивной безопасности

Определение сценария столкновения. Моделирование сценария столкновения является первым шагом на пути создания безопасного подвижного состава. Ответственность за этот этап возлагается на компанию-перевозчика, которая должна эксплуатировать новый подвижной состав. На основе анализа аварий и связанных с ними рисков дается описание всевозможных сценариев столкновений. При этом учитывают также следующие факторы:

- системы активной безопасности;
- вид перевозок;
- скорость движения;
- требования к тормозной системе;
- наличие железнодорожных переездов;
- возможность устранения препятствий на пути.

Кроме того, выделяют самые тяжелые случаи, в которых подвижной состав должен удовлетворять соответствующим требованиям по защите пассажиров и обслуживающего персонала.

На основе усредненных для условий Европы сценариев столкновений в рамках проектов SAFETRAIN и SAFETRAM исследовались технические возможности и подготавливалась база для создания соответствующих норм и правил. Уже разработаны первые требования к безопасности подвижного состава при столкновении. Этот документ содержит сценарии столкновений, составленные в соответствии со спецификацией TSI (Технической спецификацией совместимости подвижного состава на трансъевропейской высокоскоростной сети), и данные по допустимой деформации конструкций кузова (табл. 1).

Таблица 1

Сценарии столкновений для высокоскоростного подвижного состава в международном сообщении

№ п/п	Сценарий лобового столкновения	Скорость, км/ч	Энергия, кДж	Примечание
1	С идентичным высокоскоростным поездом	36	—	Каждый из поездов поглощает 50 % энергии столкновения
2	С грузовым вагоном массой 80 т	36	—	Специальный вагон МСЖД, оборудованный гасящим устройством
3	С грузовым автомобилем массой 15 т	110	6000	Автомобиль заменен свободностоящей жесткой стенкой массой 15 т

Таблица 2

Сценарии столкновений для вагонов трамвая

№	Сценарий	Скорость, км/ч	Энергия, кДж	Примечание
C1	Реакция пассажиров на экстренное торможение (наезд на препятствие)	—	—	Замедление 2,73 м/с ² по правилам VO Strab
C2	Лобовое столкновение с идентичным вагоном трамвая	20	270	Каждый вагон поглощает 50 % энергии столкновения
C3	Боковой наезд справа под углом 45° рабочей тележки массой 3 т	25	66	Рабочая тележка моделирована жесткой стенкой массой 3 т
C4	Лобовое столкновение с поездом городской железной дороги (55 т)	10	83	Поезд моделирован жесткой стенкой массой 55 т

В рамках европейской стандартизации в отношении безопасности при столкновениях в последнее время появилась очевидная необходимость в дальнейшей разработке сценариев столкновений.

Эта работа началась с исследований по замене использовавшейся до сих пор жесткой модели грузового автомобиля, которая хотя и удобна для компьютерного моделирования, но в отличие от реального автомобиля не может поглощать часть энергии столкновения. В ходе реализации проекта SAFETRAN было доказано, что с этим недостатком можно мириться при испытаниях надежности конструкций кузова как на высокоскоростных, так и региональных поездах. Однако на

Таблица 3

Сценарии столкновений для поезда городской железной дороги

№	Сценарий лобового столкновения	Скорость, км/ч	Энергия, кДж	Примечание
P1	С грузовым вагоном массой 80 т (специальный вагон МСЖД с гасящим устройством)	25	786	Буфера грузового вагона участвуют в поглощении энергии столкновения
P2	С моторвагонным поездом массой 129 т	22	722	Ударно-цепные устройства поезда участвуют в поглощении энергии столкновения
P3	С идентичным поездом городской железной дороги	36	1375	Каждый из двух поездов поглощает 50 % энергии столкновения
P4	С грузовым автомобилем массой 16,5 т	40	783	Автомобиль моделирован жесткой стенкой массой 16,5 т

базе накопленного железнодорожной промышленностью опыта этого нельзя сказать в отношении тягового подвижного состава, который не исследовался в рамках проекта.

Общая длина (длина по буферам) тяговой единицы не может, например, из-за условий работы сцепки в кривой измениться в такой мере, насколько это необходимо при использовании жесткой модели грузового автомобиля. Деформируемая модель способствовала бы явному смягчению сценария 3 (см. табл. 1) и созданию безопасного при столкновении кузова без увеличения его длины по буферам.

В проекте SAFETRAM были предложены измененные и дополненные сценарии столкновения для двух исследовавшихся категорий легких поездов (табл. 2 и 3).

Разработка требований к конструкции. На данном этапе речь идет об основных требованиях к надежности кузовов при столкновении и внутреннему оборудованию подвижного состава. При этом должны быть соблюдены два основных условия:

- минимизация потери жизненного пространства;
- максимальное уменьшение тяжести травмирования пассажиров при вторичных столкновениях.

Реализация этих требований в конструкции должна существенно снизить число причин и вероятность причинения ущерба здоровью и угрозы жизни людей при столкновениях.

Реализация выдвигаемых требований. В рамках проекта SAFETRAN были исследованы следующие методы испытаний, которые могут быть рекомендованы для конструкций подвижного состава:

- цифровое моделирование зон деформации на основе метода конечных элементов;
- квазистатические испытания (на сжатие);
- динамические испытания с разрушением.

Использование перечисленных методов возможно как для структур в целом, так и для отдельных компонентов и зависит от степени новизны и сложности соответствующей конструкции. Как правило, эти испытания служат только для доработки модели. С помощью этой доработки получают возможность наблюдать поведение подвижного состава при тех или иных сценариях столкновений.

Опыт, накопленный в ходе реализации проектов SAFETRAN и SAFETRAM, позволяет говорить о преимуществах доработки модели с помощью динамических испытаний. Такая доработка дает возможность, например, сократить затраты времени на расчеты и улучшить учет характеристик материалов. При этом положительным образом сказывается то, что в настоящее время существенно упростились условия проведения динамических испытаний (которые до сих пор были очень дорогостоящими) без ущерба для повышения надежности подвижного состава при столкновениях.

Рекомендации по конструкции подвижного состава

Преобразование энергии столкновения на подвижном составе. Ранее уже обосновывалась необходимость целенаправленного распределения энергии столкновения в составе поезда. Уровень надежности при столкновении может определяться с помощью моделей точечных масс на основе:

- сценариев столкновений;
- характеристик поезда (масса, число единиц подвижного состава и т. д.);
- конструктивных особенностей лобовых частей подвижного состава;
- целевой направленности мер безопасности (допустимые пределы сжатия, величина ускорений).

При этом должны учитываться следующие параметры:

- масса подвижного состава;
- конструкция сцепки;
- имеющаяся величина сжатия;
- характеристика зависимости деформации от величины усилия, максимальный уровень усилий;
- распределение энергии столкновения по составу поезда;
- величина ускорений.

В рамках проекта SAFETRAIN такая оптимизация сначала была проведена для моторвагонных поездов самых распространенных в Европе типов. Результаты рассчитаны в основном применительно к пассажирскому поезду на локомотивной тяге, хвостовой вагон которого имеет кабину управления.

На примере типичной для поездов дальнего следования DBAG конфигурации междугородных поездов (EC/IC) и типичного для DB Regio регионального экспресса серии 160 с двухэтажными вагонами впоследствии была произведена дополнительная оптимизация с учетом лимитированного восприятия энергии столкновения промежуточными вагонами. Для защиты пассажиров рекомендуется в качестве допустимого предела первичного замедления во время столкновения принять величину $5g$. На основе этих граничных условий были рассчитаны теоретические диаграммы зависимости между усилием и деформацией для концевых и промежуточных вагонов в поездах, рассматривавшихся в рамках проекта SAFETRAIN.

При выборе конструкции деформируемых структур в рамках реализации проекта SAFETRAM пошли по новому пути, что привело к появлению модульных энергопоглощающих сминаемых элементов, практически не зависящих от базовой конструкции (для вагонов трамвая полностью, для моторвагонных облегченных поездов частично). Одной из основных причин такого подхода была стоящая перед конструкторами задача по исключению из процесса преобразо-

вания энергии столкновения межвагонных переходов в поездах LRV (как правило, сочлененных).

Сравнительно небольшие возможности LRV с точки зрения восприятия статических сжимающих сил (вагоны трамвая 200 кН, облегченный моторвагонный поезд 600 кН) и ограниченная степень деформируемости структуры (для вагона трамвая 500 мм, для облегченного моторвагонного поезда 700 мм) обусловили повышенные требования в отношении распределения по составу энергии столкновения. При разработке концепции разрушающих испытаний облегченного моторвагонного поезда удалось, кроме того, включить в общий тракт распределения энергии столкновения поглощающие аппараты сцепных устройств обоих поездов, участвующих в столкновении.

Минимизация потери жизненного пространства. Для решения этой задачи необходимо:

- исключить возможность возникновения сжимающих деформаций в зонах нахождения пассажиров и обслуживающего персонала при столкновениях в соответствии с исследуемыми сценариями. В случае столкновения с более высокой скоростью, чем в сценариях, сжимающие деформации в указанных зонах должны быть сведены к минимальным;
- внедрить защитные сминаемые элементы.

Методика конструкторской реализации. Для того чтобы реализовать поставленные задачи, необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- контролируемая деформация распространяется только на специальные сминаемые элементы;
- при деформации кабины остается пространство для выживания длиной не менее 0,75 м и обеспечивается путь аварийной эвакуации для машиниста. В качестве альтернативного варианта зоны выживания в проекте SAFETRAM предложено минимальное расстояние длиной 300 мм, которое должно оставаться между обращенным к машинисту краем пульта управления и спинкой его кресла;
- при деформации от кузова не должны отрываться части его конструкции или элементы оборудования (снижение опасности схода с рельсов);
- продолжительность действия пиковых сжимающих усилий не более 5 мс;
- в течение процесса сжатия зона, где находятся люди, должна быть защищена от деформаций даже при пиковых значениях сил сжатия. Локальные пластические деформации и (или) продольный изгиб допустимы;
- использование устройств защиты от напоязания вагонов, которые действуют при вертикальных нагрузках 150 кН и смещении по высоте до 100 мм, и эффективных ударно-сцепных приборов. Необходимо обеспечивать совместимость с другими видами подвижного состава, в том числе оборудованного буферами. В рамках проекта SAFETRAM исследовано

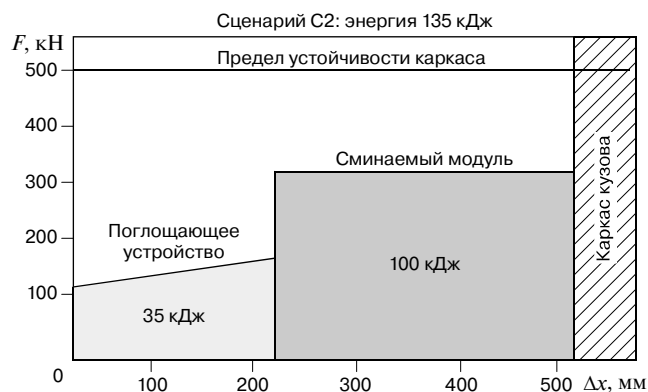


Рис. 1. Зависимость между силой соударения F и величиной деформации Δx при столкновении по сценарию C2

действие таких вертикальных нагрузок в условиях эксплуатации облегченного подвижного состава регионального назначения (LRV);

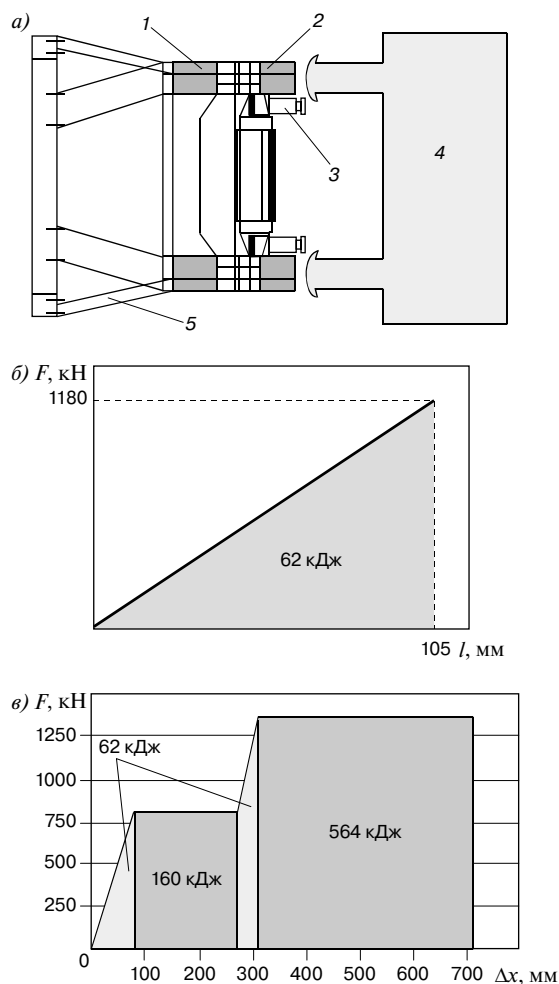


Рис. 2. Столкновение регионального поезда с грузовым вагоном массой 80 т по сценарию P1 в рамках проекта SAFETRAM: а — схема испытаний; б — характеристика буферов; в — зависимость между силой соударения и деформацией; F — сила соударения; l — ход буферов; Δx — деформация; 1 — главное поглощающее устройство; 2 — боковое поглощающее устройство с защитой от наползания вагона; 3 — буфера; 4 — грузовой вагон; 5 — каркас кузова

- рельсоочиститель не должен препятствовать процессу продольного сжатия и размещается как можно дальше от кабины машиниста;

- требования к уровню безопасности подвижного состава при столкновениях не должны противоречить требованиям МСЖД в отношении статических испытательных нагрузок. Это условие должно соблюдаться и применительно к подвижному составу LRV.

Использование данной методики в проекте SAFETRAM для вагона трамвая в соответствии со сценарием столкновения C2 демонстрирует рис. 1, а для моторвагонного поезда региональных линий в соответствии со сценарием P1 — рис. 2.

Снижение тяжести травмирования пассажиров и обслуживающего персонала. В целях повышения безопасности пассажиров и обслуживающего персонала в проекте SAFETRAIN были выдвинуты следующие требования:

- для снижения вероятности травмирования пассажиров частями внутреннего оборудования вагона величина импульса продольного ускорения должна быть в пределах допуска (рис. 3). Соответствующее такому импульсу изменение скорости подвижного состава должно составлять 30 км/ч;

- для персонала, находящегося в кабине машиниста, рекомендаций по величине импульса ускорения не существует (зависят от типа сминаемой конструкции);

- при столкновениях людей с окружающими предметами под действием ускорения не должны превышать установленные критерии, определяющие степень травмирования головы, грудной клетки, затылка и ног.

При испытаниях концевых вагонов моторвагонных поездов в рамках проекта SAFETRAIN была определена и экспериментально подтверждена допустимая величина импульса ускорения и замедления, составившая 5 g.

Сравнимые результаты испытаний были получены также в проекте SAFETRAM. Здесь исследования распространялись и на пассажиров, едущих стоя, что типично для облегченных категорий поездов регионального назначения. Особого внимания заслуживает результат проведенного анализа рисков для вагонов трамвая, в соответствии с которым риск причинения ущерба пассажирам при экстренном торможении, составляющий 10^{-7} случаев на один пассажирокилометр (один случай на 10 млн. пассажиро-км), оказался выше, чем при всех зарегистрированных столкновениях.

Рекомендации по разработке кузовов вагонов повышенной безопасности

Процесс разработки. Для тщательной проработки требований, предъявляемых к различным конструкциям, рекомендуются следующие этапы, действительный объем которых в каждом конкретном случае зависит, однако, от степени новизны и сложности:

- динамические испытания каждого компонента в отдельности;
- моделирование испытания компонентов и калибровка моделей их расчета;
- моделирование концевой части экипажа в масштабе 1:1 (в основном энергопоглощающих элементов и кабины машиниста) и оценка модели при подготовке к испытаниям;
- динамические или квазистатические испытания концевой части на модели в масштабе 1:1. Результаты измерений необходимы для калибровки расчетной модели;
- калибровка расчетной модели и математическое отображение процесса испытаний на основе экспериментальных данных;
- создание модели каркаса кузова;
- моделирование одного из этапов испытаний кузова вагона (испытание тележки на сжатие, испытание под вертикальной нагрузкой, испытание сцепки);
- калибровка модели кузова, созданной для его расчета по методу конечных элементов;
- в качестве заключительного этапа должно быть проведено моделирование сценариев столкновений.

Успешное моделирование по проекту SAFETRAIN.

Цифровое моделирование и испытания соответствуют выбранному в качестве примера сценарию столкновения 3 (см. табл. 1), при котором испытываемая структура преобразует в контролируемую работу деформации максимальную энергию столкновения. Сопоставление величин деформации, полученных по результатам цифрового моделирования, квазистатических и динамических испытаний показало, что эти результаты в значительной степени совпадают.

Результат моделирования по проекту SAFETRAM.

Цифровое моделирование и динамические испытания в примере для вагона трамвая проводились по сценарию С2 (см. табл. 2). Первые результаты показали хорошее совпадение данных, полученных при расчете деформации и динамических испытаниях (без учета результатов измерений, которые еще должны быть проанализированы).

В примере для региональных городских железных дорог сопоставлялись результаты цифрового моделирования и динамических испытаний, проведенных по сценарию Р1 (см. табл. 3). Полученные результаты имели явные расхождения, например, в связи с возникновением при столкновении не прогнозирувшейся вертикальной деформации каркаса.

Результаты испытаний показали, что в данном случае необходима доработка конструкции кабины с целью повышения ее вертикальной устойчивости. Это относится в основном к расположенным в области нижней рамы главным энергопоглощающим элементам, а также к стойкам окон. Кроме обеспечения общей прочности каркаса кузова, необходимо также повышение качества сварных соединений, к кото-

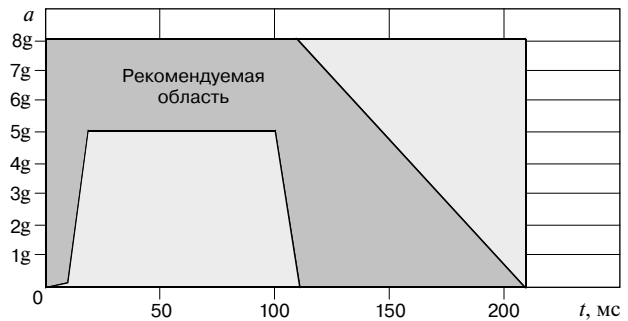


Рис. 3. Предельные значения ускорения и замедления, принятые для нормирования степени безопасности пассажиров при столкновении: a — ускорение (замедление); t — время

рым на подвижном составе, обладающем повышенной безопасностью при столкновениях, предъявляются особо жесткие требования.

Реализация проектов SAFETRAIN и SAFETRAM

Результаты реализации проекта SAFETRAIN позволили железным дорогам заказывать подвижной состав категорий Р1 и РII по EN 12663 со степенью безопасности при столкновениях, соответствующей условиям его эксплуатации. В связи с этим промышленность получила возможность поставлять подвижной состав, отвечающий требованиям заказчика. Кроме того, были созданы условия для совместимости в масштабах Европы подвижного состава, обладающего повышенной безопасностью при столкновениях.

Проект SAFETRAM должен обеспечить указанные условия для облегченных поездов местного сообщения. По полученным результатам планировалось определить основные принципы безопасности при столкновении подвижного состава категорий РIII – РV по EN 12663 и способствовать ускорению разработки соответствующих требований к кузовам, которые проектировала рабочая группа WG2 Европейского комитета по стандартизации (CEN). Железным дорогам и железнодорожной промышленности эти стандарты необходимы, чтобы уже при объявлении тендеров на разработку нового подвижного состава можно было обеспечить его совместимость в масштабах Европы с точки зрения безопасности при столкновениях.

Успешное завершение проекта SAFETRAM обеспечивает возможность заказа безопасного при столкновениях облегченного подвижного состава местного сообщения и, возможно, позволит отказаться от некоторых эксплуатационных ограничений, которые в настоящее время установлены в Германии директивой LNT. Это даст возможность гарантировать равные условия безопасности для облегченного и магистрального подвижного состава.