

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 629.4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ ПРИ СТОЛКНОВЕНИЯХ ПОЕЗДОВ НА ПЕРЕЕЗДАХ

Д. Я. АНТИПИН, В. В. КОБИЩАНОВ, С. Г. ШОРОХОВ

Брянский государственный технический университет, Российская Федерация

Повышение спроса на услуги железнодорожного транспорта в области пассажирских перевозок скоростным и высокоскоростным подвижным составом выдвигает новые требования к обеспечению безопасности перевозочного процесса. Текущее состояние инфраструктуры железнодорожного транспорта России, низкий уровень культуры вождения автотранспортных средств, а также человеческий фактор при организации движения поездов повышают риск возникновения аварийных ситуаций, связанных с продольными столкновениями поездов с препятствиями, особенно на железнодорожных переездах. Повышение безопасности железнодорожного пассажирского подвижного состава является одним из приоритетных направлений развития транспортного комплекса страны.

Решение указанной задачи осуществляется путем повышения механической безопасности пассажирских вагонов за счет установки систем пассивной безопасности. Разработка конкретных конструктивных решений и выбор параметров подобных систем производится на основе оценки динамической нагруженности кузовов пассажирских вагонов при столкновении поездов с препятствиями. При этом требования, предъявляемые к устройствам систем пассивной безопасности, регламентированы ГОСТ 32410–2013 [1].

Оценка динамической нагруженности кузовов пассажирских вагонов может производиться двумя способами: проведением натурных экспериментов или математическим моделированием. Проведение натурных испытаний затруднено в связи с их высокой стоимостью и сложностью подготовки и проведения. В связи с этим широкое распространение получили методы математического моделирования как эффективное средство подтверждения результатов эксперимента.

Методом исследования в работе принято твердотельное компьютерное моделирование. Инструментом исследования принят промышленный программный комплекс моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм» [2]. В качестве объекта исследования рассматривается аварийное столкновение пассажирского поезда с препятствием в виде автомобиля на железнодорожном переезде. Условия столкновения соответствуют требованиям ГОСТ 32410–2013 [1].

Для оценки динамической нагруженности кузова пассажирского вагона при столкновении разработаны три варианта компьютерной модели соударения: упрощенная твердотельная компьютерная модель; уточненная твердотельная компьютерная модель; гибридная компьютерная модель.

В упрощенной твердотельной модели (рисунок 1, а) пассажирский поезд представляется совокупностью систем связанных твердых тел, соединенных посредством силовых контактных элементов и шарниров. Компьютерная модель вагона состоит из модели кузова, соединенного с двумя моделями тележек. Моделирование взаимодействия вагонов поезда между собой осуществляется включением в расчетную схему вагона компьютерной модели автосцепного устройства, представляющего собой систему твердых тел, взаимодействующих с помощью вращательных шарниров и контактных элементов. Компьютерная модель локомотива аналогична модели вагона. Отличительной особенностью является создание тягового усилия за счет введения на каждую колесную пару вращающего момента.

Второй вариант компьютерной модели соударения (см. рисунок 1, б) характеризуется детальной проработкой моделей тележек пассажирских вагонов, учитывающих силы взаимодействия кузова вагона с тележками, элементов тележек между собой и рельсовым путем. В компьютерную модель поезда включена модель магистрального пассажирского электровоза ЧС-7.

Третий вариант расчетной схемы соударения (см. рисунок 1, в) представляет собой гибридную компьютерную модель, в которой кузов исследуемого вагона представлен упругой конечно-элементной моделью, связанной силовыми элементами и шарнирами с твердотельными моделями тележек и автосцепных устройств.

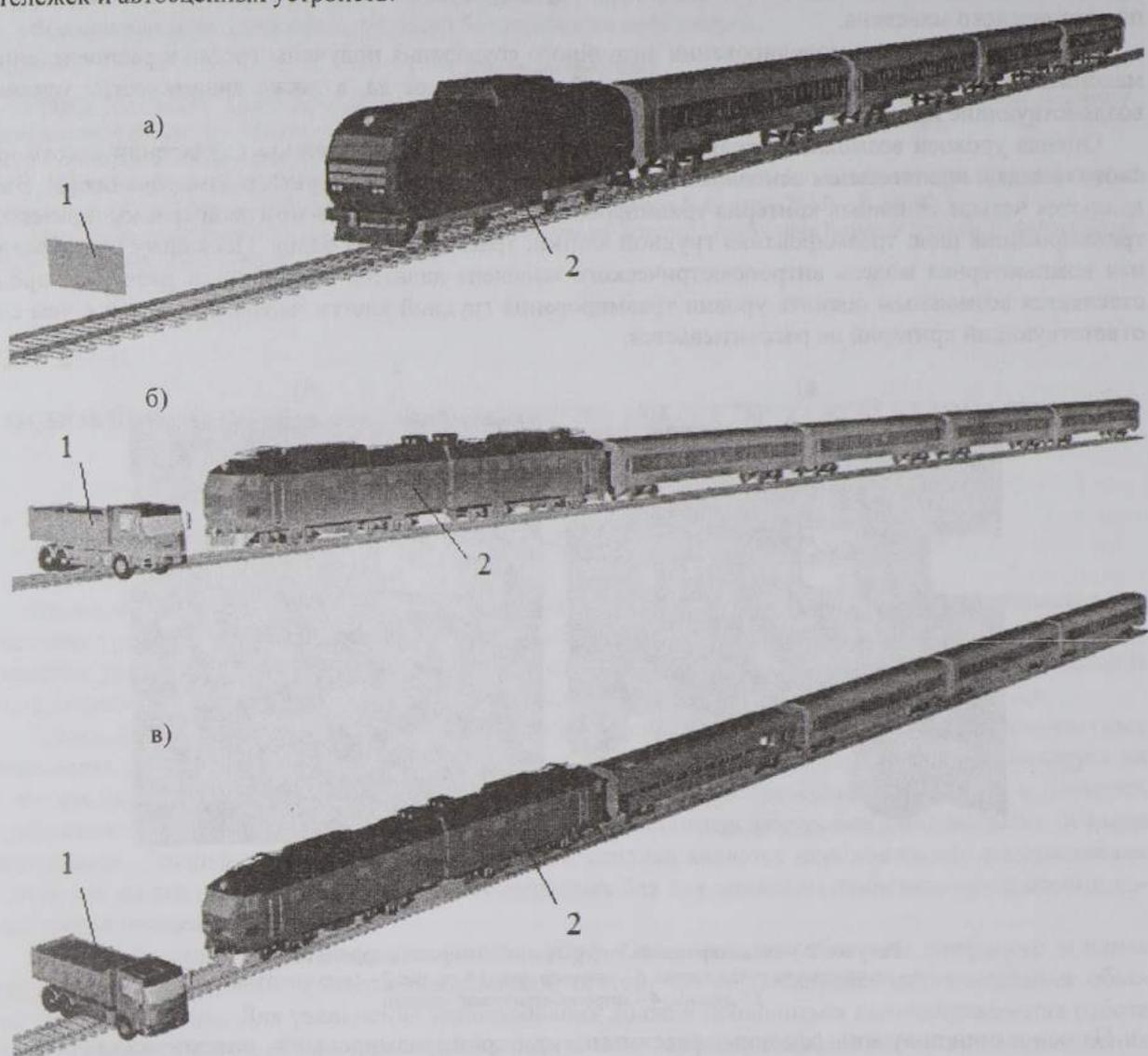


Рисунок 1 – Компьютерная модель соударения пассажирского поезда с грузовым вагоном:
 а – упрощенная твердотельная модель; б – уточненная твердотельная модель; в – гибридная модель;
 1 – компьютерная модель препятствия; 2 – компьютерная модель пассажирского поезда

В упрощенной твердотельной модели соударения компьютерная расчетная схема препятствия представляет собой абсолютно твердое тело, обладающее одной поступательной степенью свободы в направлении оси движения поезда. В уточненной твердотельной и гибридной компьютерных моделях соударения в качестве препятствия использованы твердотельные модели грузового автомобиля.

Верификация разработанных моделей проведена путем сопоставления результатов численного моделирования с данными натурных экспериментов. Наиболее близкое соответствие расчетных данных результатам испытаний показала уточненная твердотельная модель соударения, принятая для дальнейших исследований.

Для оценки уровней безопасности пассажиров в рассматриваемых условиях соударения поезда с препятствием разработана твердотельная компьютерная модель антропометрического манекена Hybrid III 50th Percentile Male, характеристики которого соответствуют антропометрическим характеристикам «среднестатистического» взрослого мужчины [3]. Компьютерная модель представляет собой совокупность абсолютно твердых тел, весовые, геометрические и инерциальные характеристики которых соответствуют параметрам частей тела человека.

При анализе воздействия ударных нагрузок на безопасность пассажиров при столкновении поезда с грузовым автомобилем компьютерная модель первого по ходу движения поезда пассажирского вагона дополнена моделями пассажирских купе (рисунок 2) и разработанной моделью антропометрического манекена.

При математическом моделировании аварийного соударения получены графики распределения максимальных сжимающих усилий и ускорений по длине поезда, а также динамические усилия, воздействующие на элементы манекена.

Оценка уровней возможного травмирования пассажиров при аварийном соударении пассажирского поезда с препятствием основана на расчете универсальных критериев травмирования [4]. Выделяются четыре основных критерия травмирования человека: черепно-мозговой травмы, критерий травмирования шеи; травмирования грудной клетки; травмирования бедра. Поскольку разработанная компьютерная модель антропометрического манекена является пассивной, в работе не представляется возможным оценить уровни травмирования грудной клетки человека, в связи с чем соответствующий критерий не рассчитывается.

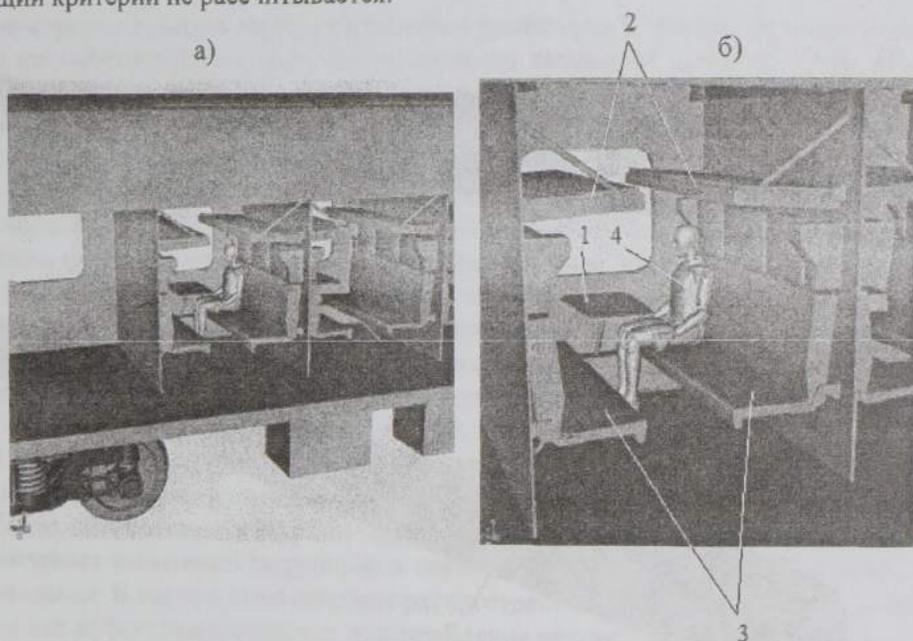


Рисунок 2 – Моделирование интерьера пассажирского салона вагона:
 а – расположение купе в вагоне; б – интерьер купе; 1 – столик; 2 – спальные полки;
 3 – диваны; 4 – антропометрический манекен

На основании полученных данных рассчитаны критерии травмирования, по величинам которых делается вывод о степени тяжести травм, получаемых пассажирами при аварийном соударении поезда с препятствием (таблица 1).

Таблица 1 – Критерии травмирования пассажиров при столкновении поезда с препятствием

Критерий травмирования	Значение критерия	
	нормированное	рассчитанное
Критерий черепно-мозговой травмы	1000	41,3
Критерий травмирования шеи	1,4	0,137
Критерий травмирования бедра	10000	2106

Анализ результатов моделирования и расчетов показал, что в условиях расчетного сценария столкновения пассажир, находящийся в сидячем положении у окна по ходу движения поезда, не получает травм, угрожающих жизни и здоровью. Рассчитанные значения всех рассматриваемых критериев не превышают нормированных значений, что свидетельствует об обеспечении безопасности пассажира.

Дальнейшее повышение точности оценки критериев безопасности пассажиров возможно на основе многовариантных расчетов, учитывающих составность поездов, скорости столкновения, положения пассажира в вагоне, а также использования компьютерных моделей антропометрических манекенов.

На основе уточненных данных о повреждениях, получаемых пассажирами при продольных аварийных соударениях на переездах, возможно выявление наиболее опасных элементов внутреннего интерьера вагона, а также разработка конструктивных решений отечественного подвижного состава, обеспечивающих повышение уровней безопасности пассажиров.

Список литературы

- 1 ГОСТ 32410-2013. Крэш-системы аварийные железнодорожного подвижного состава для пассажирских перевозок. Технические требования и методы контроля. – Введ. 2014-07-01. – М.: Стандартинформ. – 2014. – 16 с.
- 2 «Универсальный механизм». Руководство пользователя, 2006.
- 3 Assessment of Passengers Safety in Emergency Situations, Based on Simulation/ V.V. Kobishanov [et al] World Applied Sciences Journal 24 (Information Technologies in Modern Industry, Education & Society), 2013. – P. 86–90.
- 4 Development of Improved Injury Criteria for the Assessment of Advanced Automotive Restraint Systems / Michael Kleinberger. – September 1998. – 120 p.

УДК 621.311

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М. П. МАЛАШЕНКО

Начальник управления энергоэффективности Минэнерго, г. Минск

Одним из важнейших факторов энергетической безопасности Республики Беларусь является повышение уровня обеспеченности потребности в энергии за счет собственных энергоисточников. Повышение уровня энергетической самостоятельности должно проводиться с учетом экономической и иной целесообразности и разумного стимулирования использования местных энергоресурсов.

Дрова, лесосечные отходы и отходы деревообработки являются основным источником местных топливных ресурсов Республики Беларусь. Общая площадь лесного фонда Республики Беларусь на 1 января 2013 г. составляла 9,3 млн га. Общий запас растущей древесины (на корню) в Беларуси приблизился к 1,7 млрд куб. метров. Древесными топливными ресурсами обладают все области республики. Спецификой применения древесного топлива является необходимость расположения установок по его использованию вблизи от сырьевых баз для снижения транспортно-заготовительной составляющей себестоимости.

Другим местным энергоресурсом является торф. Основным потребителем торфяного топлива служит преимущественно коммунально-бытовой сектор, что обуславливает незначительные объемы его потребления. Для увеличения использования должна проводиться целенаправленная работа по созданию стимулов, обеспечивающих реальную экономическую эффективность его применения как при вводе новых энергоисточников, работающих на торфяном топливе, так и при использовании его в качестве топлива на цементных заводах. При расширении объемов добычи торфа необходимо осуществлять рациональное использование уже отведенных под разработку торфяных месторождений, а при рассмотрении вопросов отведения новых площадей руководствоваться приоритетом сохранения естественных экологических систем.

Разведанные запасы бурых углей имеют низкое качество и сложные гидрологические условия добычи. Необходимо завершить выбор технологий глубокой переработки бурых углей в жидкое и газообразное топливо.

Горючие сланцы также имеют низкое качество, не пригодны для прямого сжигания и требуют предварительной высокочрезвычайно затратной химической переработки. Необходимо разработать технологии, позволяющие использовать потенциал горючих сланцев экономически целесообразным способом.

Для расширения объемов использования биогаза необходимо создание биогазовых установок на объектах животноводческого комплекса, пищевой промышленности, полигонах отходов и станциях аэрации и очистки сточных вод в крупных городах. Использование биогаза должно осуществляться как для производства электрической и тепловой энергии, так и на различных видах транспорта и в быту (газификация деревень). Падение объема добычи нефти в Республике Беларусь должно быть компенсировано наращиванием объемов производства биодобавок в топливо, обеспечивающих суммарную добычу нефти и производства биодобавок на уровне не менее 1700 тыс. т в год.