

скорость набегающего потока на входе в рабочую область и нулевое давление на выходе. Граничные условия прилипания установлены для контура секции тепловоза. На рисунке 1 приведены результаты оценки внешней аэродинамики секции тепловоза серии ТЭП70 при лобовом ветре 10 м/с. Отметим, что для рассмотренного случая сила сопротивления движению по оси X составила 550 Н, а вертикальная сила – 495 Н, причем последняя «прижимает» локомотив к рельсовой колее.

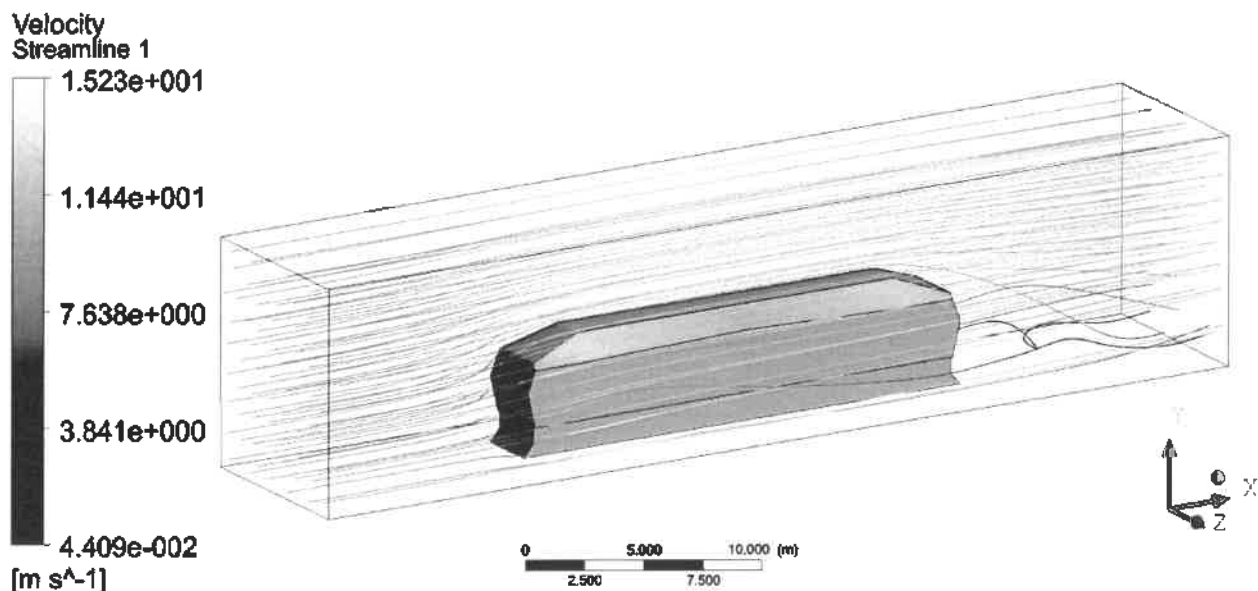


Рисунок 1 – Графическая интерпретация скорости ветрового потока, м/с

Таким образом, получаемые результаты компьютерного моделирования внешней аэродинамики локомотива позволяют использовать данные модели для оценки влияния внешних ветровых воздействий на расход энергоресурсов подвижным составом, эксплуатируемым в условиях Белорусской железной дороги.

УДК 625.8

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

Д. Г. ЕВСЕЕВ, А. В. БАРЫШНИКОВ

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Пассажирский железнодорожный транспорт на сегодня является наименее защищенным от негативных последствий аварийного столкновения с препятствием. Ввиду низкого уровня развития систем по обеспечению безопасности пассажиров и подвижного состава необходимо детальное исследование проблемы транспортной безопасности и разработка комплекса пассивной защиты, включающего в себя устройства поглощения энергии.

Первым этапом в исследовании вопроса по обеспечению технической безопасности является анализ основных нормативных документов, отражающих требования пассивной безопасности, предъявляемых к подвижному составу. Современный подвижной состав, эксплуатирующийся на железных дорогах Европы, должен соответствовать стандартам EN12663:2000 и EN15227:200807; в США – кодексу федерального регулирования 49CFR. В России одним из первых документов, отражающих требования пассивной безопасности, было распоряжение ОАО «РЖД» № 820р от 4 апреля 2010 г. Об утверждении технических требований к системе пассивной безопасности подвижного состава для пассажирских перевозок железных дорог колеи 1520 мм, однако это был первый шаг в создании нормативного документа федерального значения, обязательного для исполнения всеми собственниками подвижного состава и перевозчиками, поэтому 01.07.2014 г. в России был

введен в действие ГОСТ 32410–2013 «Крэш-системы аварийные железнодорожного подвижного состава для пассажирских перевозок».

Сравнительный анализ вышеперечисленных нормативных документов, регламентирующих требования, предъявляемые к устройствам пассивной защиты, показывает, что существующие сценарии столкновения в полной мере не учитывают все возможные случаи аварийных столкновений. Основываясь на данных статистики аварийных происшествий с участием железнодорожного транспорта и условий эксплуатации отечественного подвижного состава, следует существенно расширить возможные сценарии столкновений.

В качестве основных видов препятствий следует принять:

- препятствие № 1 – крупное животное массой 1 т;
- препятствие № 2 – легковой автомобиль массой 2 т;
- препятствие № 3 – грузовой автомобиль массой 15 т;
- препятствие № 4 – тяжеловесный грузовой автомобиль массой 30 т;
- препятствие № 5 – грузовой вагон без буферов массой 80 т;
- препятствие № 6 – аналогичный неподвижный состав поезда различной массы.

Вторым этапом является оценка параметров устройств поглощения энергии в результате аварийного столкновения пассажирского поезда с препятствием. Преимущественное значение приобретают расчетные методы анализа процессов аварийного столкновения из-за дороговизны натурных и стендовых испытаний. При проектировании системы пассивной безопасности, как правило, выполняются следующие основные расчетные этапы:

- предварительная оценка энергоемкости и других параметров устройств поглощения энергии аварийного столкновения;
- исследования продольной динамики состава при аварийном столкновении;
- анализ деформирования устройств поглощения энергии;
- оценка прочности и несущей способности кузовов и кабин.

После проведения всех подготовительных расчетов переходят к проектированию комплекса устройств по обеспечению пассивной безопасности. На сегодня наиболее сбалансированным и рациональным для применения является установка жертвенных элементов, которые пластически деформируются в результате воздействия на них сверхнормативных ударных нагрузок. В качестве прототипа подобного устройства авторами статьи предложена оригинальная конструкция трехступенчатого деформируемого буфера (рисунок 1). Патент на полезную модель № 185514.

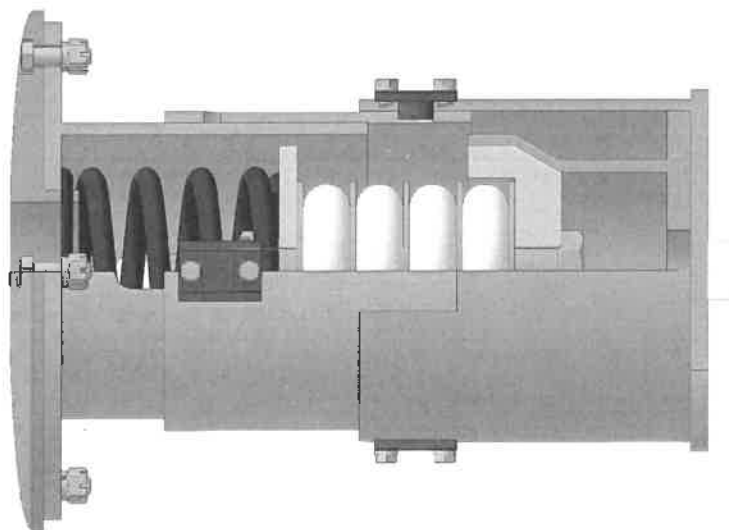


Рисунок 1 – Модель энергопоглощающего буфера

В работе буфера предполагается три ступени:

- 1-я – работа винтовой цилиндрической пружины жесткостью с $1 = 95,8 \text{ Н/мм}$, имеющей ход 65 мм.
- 2-я – работа комплекта упругих элементов Miner TecсPак в количестве 4 штук.
- 3-я – работа деформируемого элемента.

Для оценки эффективности и целесообразности применения данной модели буфера авторами статьи была разработана математическая модель его работы, позволяющая определить требуемую энергоемкость деформируемого буфера предлагаемой конструкции.

В результате расчетов установлены количественные показатели энергоемкости буфера предлагаемой конструкции: $E_{\text{сумм}} = 57,42$ кДж при максимальной длине деформации, равной 90 мм. Данное значение энергоемкости выше, чем у резинометаллических поглощающих аппаратов Р-5П, имеющих ход 80 мм и обладающих энергоемкостью 40 кДж.

Итоговой частью является оценка эффективности применения устройства поглощения энергии УПЭ. Спроектированная конструкция УПЭ в полной мере обеспечивает защиту пассажирских вагонов, так как по данным численных расчетов минимальная требуемая энергоемкость всех установленных на вагоне УПЭ должна быть не менее 242 кДж. Вагон, оборудованный предложенным УПЭ, имеет суммарную энергоемкость 309 кДж. Также установлены значения максимальной безопасной скорости подвижного состава в момент удара. При этом в самой неблагоприятной ситуации при обнаружении препятствия на расстоянии в 96,34 м – минимальное расстояние зоны видимости препятствия – разница между значениями максимальной безопасной скорости движения поезда для составов, оборудованных УПЭ и не оборудованных ими, составляет: 10,3 % – при столкновении с аналогичным составом, 17 % – с грузовым вагоном массой 80 т, 25 % – с грузовым автомобилем массой 30 т, 31 % – с грузовым автомобилем массой 15 т, более 41 % – при столкновениях с небольшими препятствиями (легковой автомобиль, крупное животное). Применение в качестве УПЭ трехступенчатого деформируемого буфера наиболее целесообразно в случаях столкновения с препятствиями массой от 10 до 80 т. При столкновении с небольшими препятствиями УПЭ практически не срабатывают, поглощение энергии обеспечивается за счет штатно установленных поглощающих аппаратов. Для случая столкновения с аналогичным составом УПЭ способно обеспечить защиту пассажиров при сравнительно небольших скоростях порядка 10–20 км/ч. Следует отметить, что применение подобных систем позволит в значительной мере снизить вероятность травмирования пассажиров в результате аварийных столкновений подвижного состава с различными препятствиями.

УДК 629.44/45:656.2.08

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ (ПТЭ)» СТУДЕНТАМИ-ВАГОННИКАМИ

Т. В. ЗАХАРОВА

Белорусский государственный университет транспорта г. Гомель

Цель обучения – подготовка специалистов широкого профиля, которые могли бы владеть глубокими знаниями, выбирать в информационном потоке главное, уметь правильно применить на практике знания и навыки из теоретически усвоенного материала, делать правильные выводы.

Задачами дисциплины «ПТЭ» являются: ознакомление с нормативно-правовой документацией в области безопасности движения, изучение неблагоприятных факторов, влияющих на безопасность движения при конструировании вагонов и в процессе их эксплуатации, воспитание творческого подхода к решению вопросов, связанных с безопасностью движения на транспорте.

Анализ причин крушений и аварий, транспортных и иных событий заставляет будущих специалистов задуматься об ответственности работы на железнодорожном транспорте.

Студентам-вагонникам излагается материал о влиянии конструктивных особенностей вагонов на безопасность движения, поэтому в ранее изучаемой дисциплине «Конструкция, теория и расчет вагонов», рассматриваются недостатки, выявленные в процессе эксплуатации на железных дорогах, различных моделей вагонов и пути их устранения в новых конструкциях.

По дисциплине «ПТЭ» рассматриваются аварии и крушения, вызванные несовершенством конструктивного исполнения вагонов.

Особое внимание уделяется наиболее ответственным частям вагонов: тележкам, автосцепному устройству, тормозам; анализируются конструкции рессорного подвешивания, колесных пар, буксовых узлов, сварных (в основном у пассажирских) и литых боковых рам у грузовых вагонов, поглощающих аппаратов и т. д.