

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ СОУДАРЕНИЯ
ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА С ПРЕПЯТСТВИЕМ

Д. Я. АНТИПИН, С. Г. ШОРОХОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Безопасность движения является одним из ключевых понятий при организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. Комплекс мероприятий, направленных на предотвращение аварийных ситуаций, не обеспечивает абсолютной безопасности перевозочного процесса, особенно при повышении скоростей движения пассажирских поездов.

При проектировании современного подвижного состава большое внимание уделяется разработке систем пассивной безопасности, призванных снизить тяжесть последствий аварийных столкновений поездов с препятствиями на железнодорожном пути. Параметры и характеристики устройств поглощения энергии подобных систем определяются на основе анализа результатов расчетов и компьютерного моделирования аварийных ситуаций.

Методика предварительного выбора основных характеристик устройств поглощения энергии определяется утвержденными в 2011 г. Техническими требованиями к системе пассивной безопасности подвижного состава для пассажирских перевозок железных дорог колеи 1520 мм [1]. Подтверждение соответствия энергопоглощающих элементов системы пассивной безопасности требованиям по характеристикам, определенным расчетным путем, производится в ходе имитационного моделирования аварийной ситуации. Для этого в работе разработана компьютерная модель соударения пассажирского поезда с препятствием на переезде.

Динамическая модель соударения представляет собой моделирование сценария аварийного столкновения пассажирского поезда с грузовым автомобилем на переезде, реализованное в твердотельной постановке в программном комплексе «Универсальный механизм» [2].

При моделировании пассажирский поезд представлялся в виде совокупности систем связанных тел, описывающих его пространственные колебания. В соответствии с [1] в сценарии столкновения принимает участие поезд в составе головного локомотива и четырех пассажирских вагонов одной конструкции.

При создании модели рассматривался четырехосный локомотив с нагрузкой на ось 19 т, имеющий жесткий кузов и снабженный автосцепными устройствами и поглощающими аппаратами. В модели локомотива создано

тяговое усилие за счет введения на каждую колесную пару специального вращающего момента.

Пассажирские вагоны представлены в модели абсолютно твердыми телами с реальными геометрическими и инерциальными характеристиками. При моделировании кузовов учитывалось реальное расположение тяжеловесного внутреннего и навесного оборудования.

Взаимодействие вагонов между собой и локомотивом осуществлялось посредством упруго-диссипативных, силовых и контактных элементов программного комплекса.

Препятствие, моделирующее автомобиль массой 10 т на железнодорожном переезде, представлялось плоской вертикальной стенкой шириной 3000 мм, перпендикулярной оси движения поезда, нижняя кромка которой расположена на высоте 900 мм от уровня головки рельсов, верхняя кромка – на высоте 2200 мм от уровня головки рельсов. Препятствие считается абсолютно твердым телом, допускающим свободное перемещение только в направлении оси движения поезда (без поворотов, боковых и вертикальных смещений). При перемещении препятствия в направлении оси движения поезда силы, действующие на препятствие со стороны железнодорожного пути, не учитываются.

С использованием разработанной модели проведено математическое моделирование соударения пассажирского поезда с автомобилем на скорости 36 км/ч, что согласуется со статистикой аварийных столкновений на железнодорожном транспорте. В результате моделирования определены усилия, действующие на несущие конструкции кузовов вагонов и локомотива, а также ускорения их элементов. Анализ результатов показывает, что при столкновении поезда с автомобилем на несущую конструкцию кузова локомотива воздействуют нагрузки, не приводящие к его значительному деформированию, в то время как автомобиль получает значительные повреждения, что объясняется его меньшей жесткостью при боковой ударе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технические требования к системе пассивной безопасности подвижного состава для пассажирских перевозок железных дорог колеи 1520 мм. Утверждены ОАО «РЖД» 20.12.11.
2. «Универсальный механизм». Руководство пользователя, 2006.