

Рисунок 2 – Зависимость длины тормозного пути автомобиля от жесткости крепления

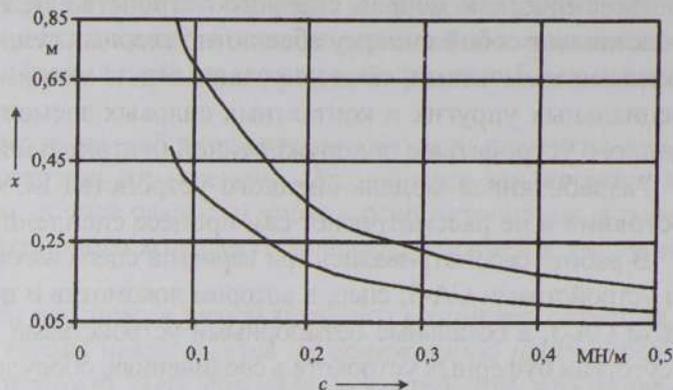


Рисунок 3 – Продольное смещение верхнего яруса (верхняя кривая) и нижнего яруса (нижняя кривая) труб относительно рамы автомобиля

В ходе исследований установлено, что с увеличением жесткости элементов продольного крепления труб смещение ярусов труб относительно рамы автомобиля уменьшается, но длина тормозного пути возрастает.

УДК 629.42

## АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ, ОБОРУДОВАННЫХ БЕЗАЗОРНЫМ СЦЕПНЫМ УСТРОЙСТВОМ БСУ-3

В. В. КОБИЩАНОВ, Д. Я. АНТИПИН

Брянский государственный технический университет, Российская Федерация

В работе выполнена оценка динамических характеристик пассажирского вагона нового поколения модели 61-4440 производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод», оборудованного безазорным сцепным устройством БСУ-3, эксплуатирующегося в составе поезда постоянного формирования. Анализ динамических характеристик выполнялся на основе математического моделирования движения сцепа вагонов и локомотива по реальным неровностям пути с учетом прямых, кривых участков пути, стрелочных переводов со скоростями 20–200 км/ч.

В качестве объекта исследования рассматривался сцеп из локомотива ЧС-7, движущегося в режиме тяги, и четырех пассажирских вагонов модели 61-4440. Формирование и расчет динамической модели производился в среде отечественного программного комплекса моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм». Динамическая модель сцепа представляет собой совокупность подсистем: «динамическая модель локомотива», «динамическая модель пассажирского вагона», «автосцепное устройство СА-3», «сцепное устройство БСУ-3».

Динамическая модель локомотива представляет собой совокупность двух аналогичных секций, соединенных между собой сцепным устройством. Кузов секции локомотива моделируется абсолютно твердым телом с реальными инерциальными характеристиками, связанным с подсистемами тележки, представляющими собой системы абсолютно твердых тел, связанных шарнирами, упруго-диссипативными и контактными силовыми элементами.

Подсистема «пассажирский вагон», аналогично модели секции локомотива, представляет собой кузов вагона в виде абсолютно твердого тела с реальными инерциальными характеристиками, связанного также с твердотельными моделями тележек 68-4095(4096).

Динамическая модель автосцепного устройства СА-3 представляет собой систему абсолютно твердых тел, связанных вращательными шарнирами и контактными элементами. Поглощающий аппарат представлен в виде абсолютно твердого тела, моделирующего корпус, контактирующий с задним упором, и специального биполярного силового элемента, моделирующего его упруго-диссипативные свойства.

Взаимодействие корпусов автосцепных устройств вагонов с учетом всех зазоров, описывается введением специальных контактных элементов, повторяющих контуры зацепления. Подобная схема динамической модели автосцепного устройства позволяет адекватно описать работу реального устройства, в частности, обеспечение работы поглощающего аппарата только на сжатие.

Динамическая модель сцепного устройства БСУ-3 аналогично автосцепному устройству СА-3 представляет собой систему абсолютно твердых тел, соединенных вращательными шарнирами и контактными элементами, смоделированными по методике, описанной выше. Дополнительно с помощью специальных упругих и контактных силовых элементов моделировалось взаимодействие хвостовика сцепного устройства с подпружиненной центрирующей балочкой с храповым механизмом.

Разработанная модель сцепного устройства БСУ-3 описывает его работу только в сцепленном состоянии и не рассматривает сам процесс сцепления.

В работе рассматривались три варианта сцепки вагонов: сцеп, полностью оборудованный автосцепными устройствами СА-3; сцеп, в котором локомотив и первая сцепка первого вагона оборудованы устройством СА-3, а остальные беззазорными устройствами БСУ-3; сцеп, аналогичный предыдущему, но при отсутствии буферных устройств в соединениях, оборудованных устройствами БСУ-3.

При движении сцепки тяговое усилие моделировалось с помощью специальных сил в соответствии с тяговыми характеристиками локомотива ЧС-7. Силы сопротивления движению локомотиву и вагонам учитывались в соответствии с рекомендациями нормативных документов на проведение тяговых расчетов.

Рассматривалось движение сцепки по реальным неровностям пути в прямых и кривых участках и по стрелочным переводам со скоростями в диапазоне 20–200 км/ч, а также трогание с места, движение на подъем и экстренное торможение.

В качестве критериев оценки динамических показателей вагона рассматривались вертикальные и горизонтальные ускорения кузова и рамы тележки вагона, силы взаимодействия гребня колеса с рельсами, рамные силы, коэффициенты плавности хода, мощности сил трения в контакте колеса и рельса и усилия взаимодействия вагонов в сцепе, угловые перемещения кузова в плане. Определение динамических параметров проводилось для трех вариантов сцепки, описанных выше.

Анализируя результаты сопоставления динамических параметров вагона, оборудованного беззазорным сцепным устройством БСУ-3, можно сделать выводы, что замена автосцепного устройства СА-3 на сцепное устройство БСУ при сохранении буферных устройств не оказывает значительного влияния на динамические параметры вагона, разница не превышает 2 %. В тоже время отказ от буферных устройств при сохранении сцепного устройства БСУ-3 приводит к увеличению сил отжатия рельса в кривых участках пути и стрелочных переводах на 11–14 %, мощности сил трения по гребню колеса в кривых участках пути увеличиваются на 12–14 %, снижается коэффициент безопасности от вкатывания колеса на рельс в кривых участках пути на 13 %.

Анализ продольных усилий, возникающих в сцепных устройствах, показал, что наибольшие усилия наблюдаются при экстренном торможении сцепки. Установка сцепного устройства БСУ-3 в совокупности с буферными устройствами позволяют снизить продольные усилия на 5–8 %, отказ от буферных устройств при сцепном устройстве БСУ-3 приводит к росту продольных усилий на 11–18 %.

Возможность прохождения сцепкой из четырех вагонов переходных кривых малого радиуса доказывает, что величины принятых критериев не превышают допустимого уровня.

Причины ухудшения динамических параметров вагона при установке беззазорного сцепного устройства БСУ-3 без буферных устройств свидетельствуют, что ухудшение параметров связано с интенсификацией колебаний влияния кузова вагона при выходе из кривых участков пути и после прохождения стрелочного перевода.

УДК 629.42

## **ВЛИЯНИЕ СКОРОСТЕЙ СОУДАРЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ НА ДЕФОРМИРОВАНИЕ КУЗОВОВ**

*В. В. КОБИЦАНОВ, Д. Ю. РАСИН*

*Брянский государственный технический университет, Российская Федерация*

В руководящей документации по методам испытаний грузовых и пассажирских вагонов на прочность и ходовые качества даются рекомендации производить испытания на действие сверхнормативных (аварийных) ударных нагрузок, возникающих при соударении опытного вагона с набегающим вагоном-бойком, для следующих групп скоростей соударения: 10–13, 13–16, 18–20 км/ч при обоснованной необходимости 20–25 км/ч.