

соответствующие третьему направлению, являются наиболее дорогостоящими в изготовлении, однако обеспечивает наибольшую сохранность груза и подвижного состава, т. е. могут обеспечить на практике наибольшую экономическую эффективность.

УДК 656.078.11

ДИНАМИКА СИСТЕМЫ «АВТОМОБИЛЬ – ЯРУСЫ ТРУБ» ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ

А. В. ЗАВОРОТНЫЙ, И. А. ВОРОЖУН, Е. С. КОРОТКЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Металлические, железобетонные и асбестоцементные трубы перевозят от заводов изготовителей до пунктов назначения железнодорожным, автомобильным, водным и другими видами транспорта. В населенных пунктах доставка труб к месту их установки осуществляется автомобильным транспортом.

Наличие в населенных пунктах светофоров, нерегулируемых пешеходных переходов требует от водителей автомобилей повышенного внимания, особенно при перевозке длинномерных и крупногабаритных грузов, какими являются трубы. Водитель автомобиля должен знать, что длина тормозного пути, даже с полностью заторможенными колесами, зависит как от скорости движения, так и от состояния дороги.

Целью исследований является установление влияния жесткости крепления труб к раме автомобиля на продольное смещение ярусов труб и длину тормозного пути автомобиля.

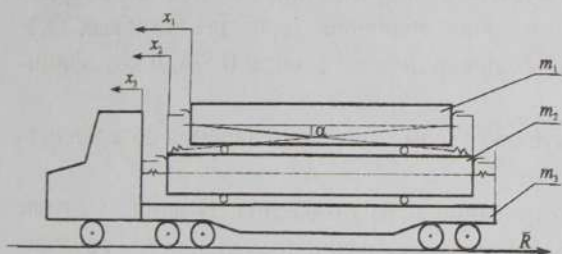


Рисунок 1 – Расчетная схема

Для проведения исследований автомобиль с закрепленными на нем трубами представим в виде системы, показанной на рисунке 1. В принятой схеме четыре трубы размещены на раме автомобиля в два яруса, а реквизиты крепления содержат упругие элементы с линейными характеристиками и оснащены натяжными устройствами. Движение автомобиля рассматривается при полностью заторможенных колесах.

Обозначим массы и продольные линейные перемещения: двух труб верхнего яруса – m_1 , x_1 ; двух труб нижнего яруса – m_2 , x_2 ; автомобиля – m_3 , x_3 . Таким образом, при принятых допущениях рассматриваемая система будет иметь три независимых координаты. Применим способ Даламбера и запишем систему дифференциальных уравнений, отражающих движение двух ярусов труб и автомобиля:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + T_{1л} \cos \alpha_{л} - T_{1п} \cos \alpha_{п} + F_1 \operatorname{sgn}(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) &= 0; \\ m_2 \ddot{x}_2 + T_{2л} - T_{2п} - T_{1л} \cos \alpha_{л} + T_{1п} \cos \alpha_{п} - \\ - F_1 \operatorname{sgn}(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + F_2 \operatorname{sgn}(\dot{x}_2 - \dot{x}_3) &= 0; \\ m_3 \ddot{x}_3 - T_{2л} + T_{2п} - F_2 \operatorname{sgn}(\dot{x}_2 - \dot{x}_3) + R &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $T_{1л}$, $T_{1п}$, $T_{2л}$, $T_{2п}$ – соответственно силы упругости элементов продольного крепления труб верхнего и нижнего ярусов; F_1 , F_2 – соответственно силы сухого трения между трубами верхнего и нижнего ярусов, трубами нижнего яруса и опорами на раме автомобиля; R – сила трения скольжения между шинами колес автомобиля и дорогой.

Численное интегрирование системы дифференциальных уравнений (1) проводилось для скорости 10 м/с на момент начала торможения автомобиля при следующих исходных данных: $m_1 = m_2 = 5700$ кг; $m_3 = 11700$ кг; $l = 3$ м; $h = 0,6$ м; $c_1 = c_2 = 1$ МН/м; $\mu = 0,8$; $f_1 = f_2 = 0,6$; $g = 9,81$ м/с². Расчеты проводились в среде MathCAD 2001 Professional.

Величина коэффициента жесткости упругих элементов для продольного крепления труб обоих ярусов принималась одинаковой и варьировалась в пределах 0,08–0,5 МН/м. Предварительным натяжением элементов продольного крепления труб пренебрегаем.

Результаты расчетов представлены в виде графиков на рисунках 2, 3.

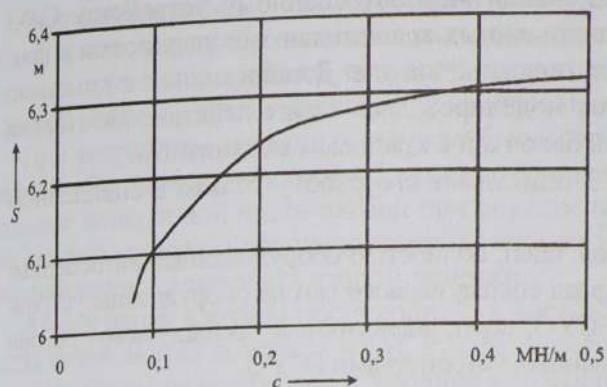


Рисунок 2 – Зависимость длины тормозного пути автомобиля от жесткости крепления

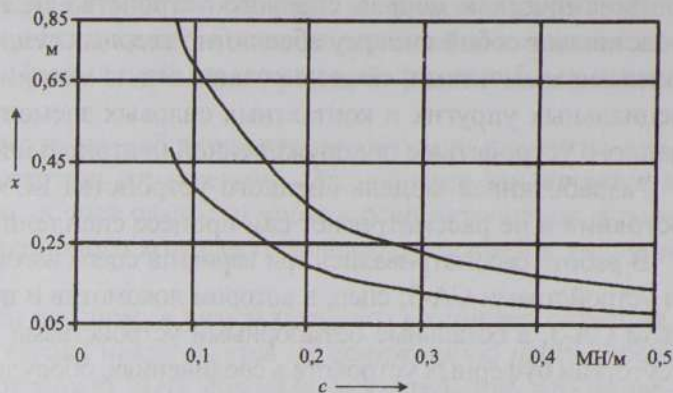


Рисунок 3 – Продольное смещение верхнего яруса (верхняя кривая) и нижнего яруса (нижняя кривая) труб относительно рамы автомобиля

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.