

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Ходос О.Г., аспирант, Пучков А.И., ассистент,
Литвин В.В., аспирант,
Национальная горная академия Украины

Предложена конструкция рельсового транспортного средства модульно-тележечной компоновки с составными упругими колесами и гидравлическим балансиrom с газовой пружиной, разработана математическая модель для определения параметров устойчивости его движения.

The design of a rail vehicle the module-buggy configurations with compound elastic wheels and the hydraulic balance weight with a gas spring is offered, the mathematical model for definition of parameters of stability of its movement is developed.

Основным видом транспорта на горном предприятии является локомотивная откатка, которая благодаря своей универсальности, высокой надежности и экономичности и в перспективе будет играть доминирующую роль.

Специфические условия эксплуатации шахтного рельсового транспортного средства приводят к снижению срока службы базовых узлов (колесных пар, системы подвешивания), что, в конечном итоге, сокращает межремонтный цикл и ухудшает эксплуатационные показатели транспортных средств.

Для безотказной работы и безопасной эксплуатации высокопроизводительного шахтного рельсового транспорта требуется создание шахтных локомотивов, обеспечивающих повышенные тягово-тормозные характеристики, а также высокую устойчивость против схода с рельсового пути.

Устойчивость движения шахтного рельсового транспортного средства [3] зависит от многих причин, а степень ее оценивается коэффициентом K_y запаса устойчивости против схода с рельс. Величина этого коэффициента зависит от значений вертикальной и горизонтальной динамических сил, действующих на колесную пару, при которых становится возможным вкатывание колеса на головку рельса.

Повышение эффективности ведения работ на угольных шахтах связано с созданием и применением новых конструктивных решений отдельных деталей и узлов рельсовых транспортных средств. На показатели эффективности работы рельсового транспорта в значительной степени влияют конструкция и параметры ходовой части подвижного состава, в частности, колес. В последнее время на рельсовом транспорте делаются попытки создать надежно работающие колеса с упругими (резиновыми) амортизаторами.

В работе рассмотрено шахтное рельсовое транспортное средство модульно-тележечной компоновки, в котором применены составные упругие колеса и гидравлический балансир с газовой пружиной [1,2]. Система буксового подвешивания данного транспортного средства содержит двухплечевые поводки, установленные на раме секции с помощью резинометаллических шарниров. Для соединения центральной платформы с тяговыми секциями на ее раме использованы сферические опоры и подпятники, соединенные с рамами тяговых секций.

Составное упругое колесо 2,2* (рис.1) представляет собой колесо шахтного рельсового транспортного средства состоящее из обода, ступицы и расположенного между ними упругого элемента 3. Причем ступица размещена в ободу с зазором, который позволяет ободу поворачиваться относительно вертикальной оси на определенный угол. При движении шахтного рельсового транспортного средства по криволинейным участкам рельсового пути вследствие давления рельса на реборду появляется горизонтальная сила, от действия которой поворачивается обод в ступице тем самым, уменьшая угол набегания.

Конструкция гидравлического балансира состоит из балансирно-колесной пары 2, соединенной с рамой 1 с помощью гидроцилиндров 4, корпуса которых соединены с буксами 5 посредством корпусных шарниров 6, а штоки 7 с рамой посредством штоковых шарниров 9. Поршневые полости гидроцилиндров 8 соединены между собой гибким трубопроводом 10, к которому присоединена пневмопружина 11, которая и гасит динамические колебания вещества в трубопроводе и пружине.

Применение в комплексе с гидробалансиром пневмопружины позволяет задать нелинейный характер упруго демпфирующих свойств и разместить ее в любом месте локомотива. Ход штока гидроцилиндра при постоянном усилии на колесе не ограничен.

Анализ работ посвященных исследованию динамического взаимодействия рельсового транспортного средства и рельсового пути показывает, что во многих случаях выводы о величине и характере нагрузок на ходовую часть шахтного транспорта недостаточно и приемлемы лишь для конкретных условий, принятых в расчете или проведении эксперимента. Для решения поставленной задачи разработана математическая модель устойчивости движения шахтного рельсового транспортного средства с составными упругими колесами и гидравлическим балансиром по рельсовому пути с несовершенствами, которая позволит установить влияние геометрических и жесткостных параметров этих систем на динамические характеристики и устойчивость движения.

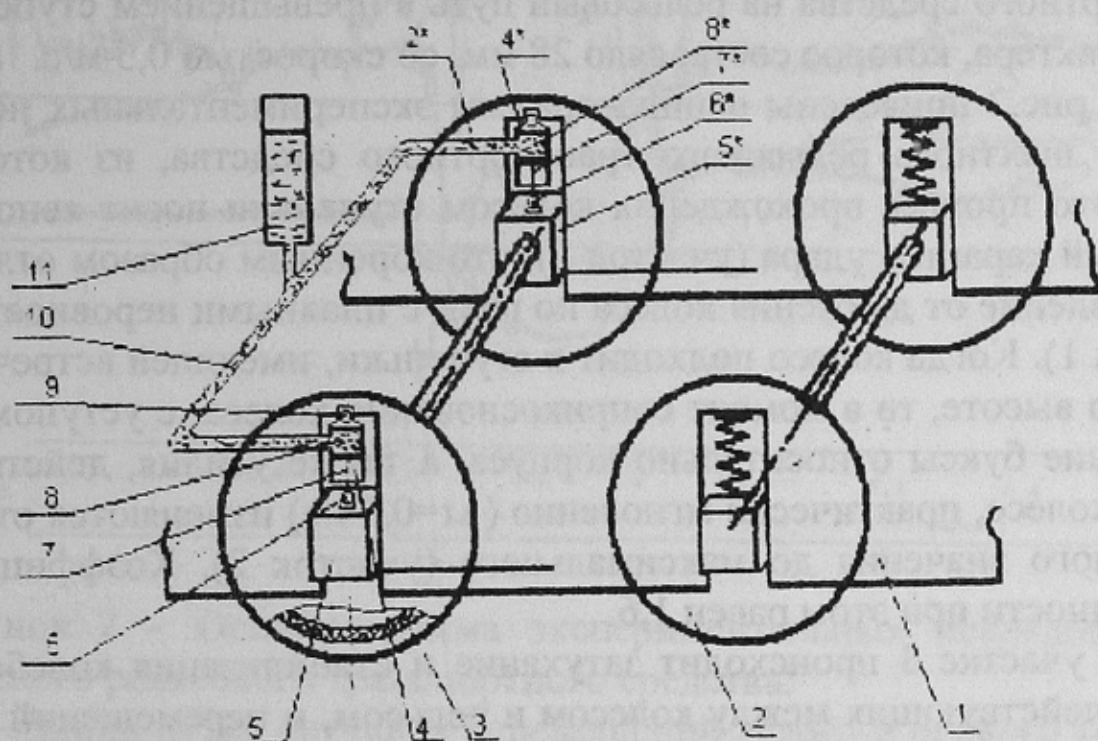


Рисунок 1 – Схема шахтного рельсового транспортного средства модульно-тележечной компоновки:

1 – рама; 2,2* - составные упругие колеса; 3 – упругий элемент; 4,4* - гидроцилиндры; 5,5* - буксы; 6,6* - корпусные шарниры; 7,7* - шток; 8,8* - поршневые полости; 9 – штоковый шарнир; 10 – гибкий трубопровод; 11- пневматическая пружина.

В соответствии с принятой расчетной схемой составлены дифференциальные уравнения второго порядка с нулевыми начальными условиями, которые описывают пространственные колебания рельсо-

вого екіпажа при его движении по прямолинейному и криволинейному участкам рельсового пути. Численное решение задачи выполнено с помощью пакета «Математика 4.0», в результате которого определены линейные и угловые колебания рельсового экіпажа, определены динамические показатели (коэффициенты динамичности колеса и запаса устойчивости колеса против всползания реборды колеса на рельс).

Достоверность предложенной математической модели шахтного рельсового транспортного средства модульно-тележечной компоновки с составными упругими колесами и гидравлическим балансиrom была подтверждена экспериментальными исследованиями.

Суть эксперимента состояла в наезде шахтного рельсового транспортного средства на рельсовый путь с превышением ступенчатого характера, которое составляло 28 мм, со скоростью 0,5 м/с.

На рис.2 приведены осциллограммы экспериментальных исследований шахтного рельсового транспортного средства, из которых видно, что процесс прохождения колесом ступеньки носит явно выраженный характер удара (участок 2), что коренным образом отличает это явление от движения колеса по пути с плавными неровностями (участок 1). Когда колесо подходит к ступеньки, имеющей встречный уступ по высоте, то в момент соприкосновения колеса с уступом перемещение буксы относительно корпуса, а также усилия, действующее на колесе, практически мгновенно ($\Delta t=0,04$ с) изменяются от минимального значения до максимального (участок 2). Коэффициент динамичности при этом равен 1,6.

На участке 3 происходит затухание и стабилизация колебаний усилий действующих между колесом и рельсом, и перемещений буксы относительно корпуса (время переходного процесса $\Delta t=0,06$ с).

В результате эксперимента было установлено, что: при езде по ровному рельсовому пути амплитуда колебаний тележки не превышает 5 мм, а изменение усилий не превышает 2 кН; при наезде на ступеньку переходной процесс занимает 0,5 – 0,8 секунд, при этом изменение усилий достигают значений $\pm 3,2$ кН. Расхождение теоретических и экспериментальных результатов исследований составило 15%.

Применение данного рельсового транспортного средства позволяет снизить динамические нагрузки на ходовую часть в 1.5 раза, повысить долговечность деталей и узлов в 2 раза в сравнении с локомотивами с жесткими колесами, значение коэффициента устойчивости

составило 2,5. При исследовании ударного взаимодействия составного упругого колеса с рельсом в месте ступенчатого стыка установлено уменьшение контактной силы ударного взаимодействия на 17%.

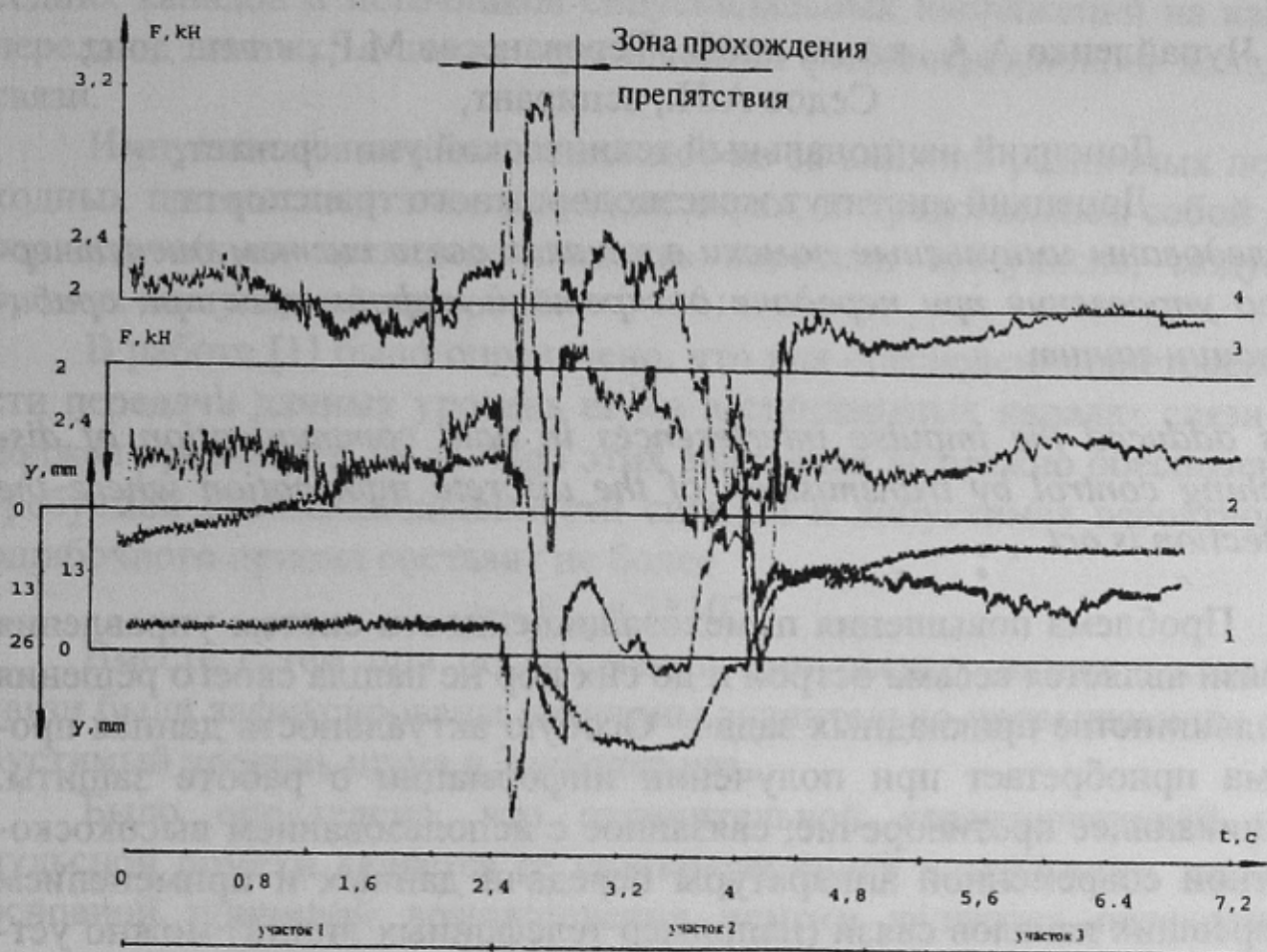


Рисунок 2 – Осциллограмма экспериментальных исследований шахтного рельсового транспортного средства:

1, 2 – линии путей датчиков перемещений левого и правого колеса соответственно;

3, 4 – линии путей датчиков усилий левого и правого колеса соответственно.

Список источников

1. Салов В.А., Сердюк А.А., Пучков А.И., Ходос О.Г. Экспериментальные исследования динамических усилий в системе подвешивания шахтного локомотива // Науковий вісник Житомирського технічного університету. – 2001. - №8. – С.13-16
2. Патент Украины №33059А Буксовое подвешивание тележки рельсового экипажа / Мишин В.В., Пучков А.И., Салов В.А.
3. Шахтарь П.С. Рудничные локомотивы. М.: Недра, 1982. – 296 с.