

ОЦЕНКА НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ШАРНИРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ ГУСЕНИЧНОЙ ЦЕПИ

Н. С. Корнев, С.А. Коростелев, Ю. В. Медведев

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Представлен способ моделирования динамических нагрузок, возникающих в резинометаллических шарнирах гусеничной цепи, при помощи пакета программного обеспечения «FunctionBay RecurDyn». Показано изменение растягивающего усилия в резинометаллическом шарнирном соединении и угол относительного поворота смежных звеньев, в зависимости от времени и положения шарнирного соединения на контуре гусеничного обвода.

Ключевые слова: гусеничный движитель, резинометаллический шарнир (РМШ), динамика гусеничного движителя, моделирование динамических нагрузок в гусеничном движителе.

EVALUATION OF THE LOADS ACTING ON THE RUBBER-METAL SWIVEL JOINT OF A TRACK CHAIN LINKS

N. S. Kornev, S.A. Korostelev, Y. V. Medvedev

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

A method for simulating the dynamic loads arising in the rubber-metal hinges of a caterpillar chain is presented using the "FunctionBay RecurDyn" software package. The variation of the tensile force in the rubber-metal joint and the angle of relative rotation of the adjacent links are shown, depending on the time and position of the articulation on the contour of the caterpillar contour.

Keywords: caterpillar propulsion, rubber-metal hinge, dynamics of caterpillar propulsion, simulation of dynamic loads in caterpillar propulsion

Введение

Гусеничные транспортные и тяговые машины находят широкое применение при выполнении транспортных, сельскохозяйственных, строительных и др. работ [1, 2, 3, 4]. Широкое применение обусловлено высокой проходимостью и возможностью реализации больших тяговых усилий, что объясняется конструктивной особенностью и свойствами гусеничного движителя. В последние годы в качестве перспективного проекта рассматривается гусеничный самосвал грузоподъемностью до 90 тон [2, 3], предназначенный для работы в карьерах. Работы в этом направлении выполняются предприятиями корпорации «Уралвагонзавод». С целью повышения подвижности и проходимости транспортных средств обеспечения, рассматриваются проекты по созданию транспортных гусеничных машин на базе автомобиля «КАМАЗ» [4].

Одним из основных узлов, влияющих на долговечность гусеничного движителя, является шарнирное соединение звеньев. В настоящее время для указанных типов машин наиболее перспективным вариантом конструкции гусеничного обвода является применение металлической звенчатой гусеницы с резинометаллическим шарнирным соединением звеньев (РМШ), которое позволяет в сравнении открытым металлическим шарниром (ОМШ) не только повысить ресурс, но и снизить динамические нагрузки, как в самом движителе, так и на элементы трансмиссии. Для оценки долговечности РМШ необходимо знать напряженно-деформированное состояние его элементов (резиновых элементов и арматуры пальцев).

Для расчёта напряженно-деформированного состояния необходимо знать нагрузки, действующие на элементы шарнира, а именно: величину растягивающего усилия в гусеничной цепи и углы относи-

тельного поворота смежных звеньев при перемещении РМШ по контуру гусеничной обвода. Указанные параметры можно определить с помощью экспериментальных исследований [5] или математической модели [6,7].

В настоящей работе оценка указанных параметров осуществляется с помощью системы автоматизированного проектирования «FunctionBay RecurDyn», в которой гусенич-

ный движитель представлен как система твердых тел с вязкоупругими связями.

Методика моделирования нагрузок, действующих на резинометаллические шарнирные соединения гусеничной цепи

Для примера рассмотрим трактор класса 3, кинематическая схема движителя которого изображена на рисунке 1.

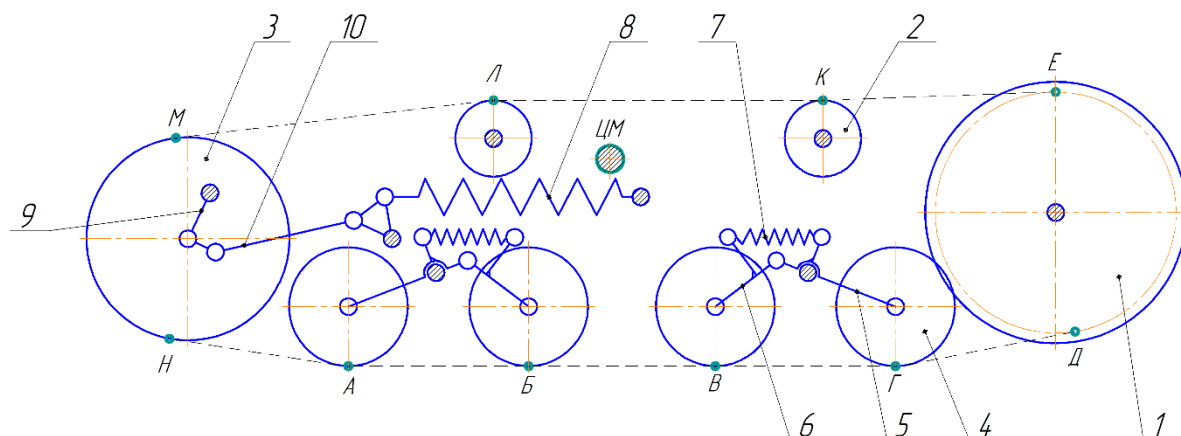


Рисунок 1 -Кинематическая схема гусеничного движителя трактора: 1-ведущее колесо; 2-поддерживающий каток; 3-направляющее колесо; 4-опорный каток; 5-балансиры подвески; 6-рычаги подвески; 7-упругий элемент подвески; 8-упругий элемент натяжного устройства; 9-рычаг направляющего колеса; 10-тяга натяжного устройства

По данной схеме, используя пакет расширения ToolKit, с помощью библиотеки Track(LM), предназначенного для создания тихоходных гусеничных машин, была разра-

ботана модель трактора, представленная на рисунке 2.

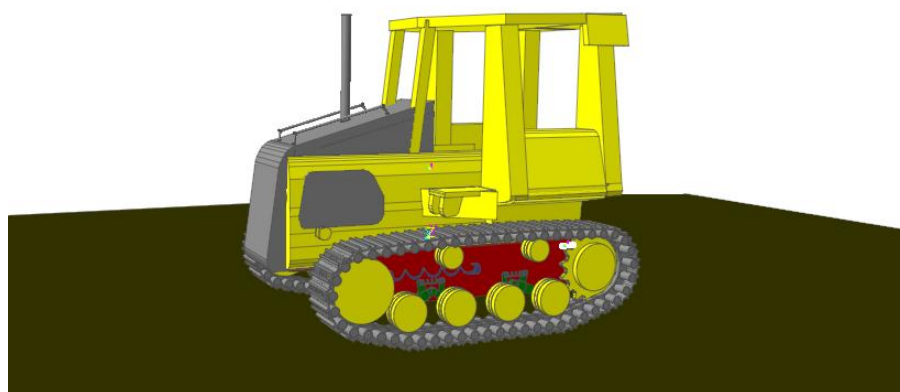


Рисунок 2 - Модель трактора

Для описания системы подвески, приняты характеристики трактора тягового класса 3. В данной модели используется гусеничный обвод с РМШ. В качестве примера используется пятипроушинное резинометаллическое

шарнирное соединение с силовыми резиновыми элементами. Движение гусеничной машины моделируется по сухому суглинку с деформируемой опорной поверхностью

ОЦЕНКА НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ШАРНИРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ ГУСЕНИЧНОЙ ЦЕПИ

В результате моделирования получены значения растягивающего усилия действующего на РМШ соединение звеньев и угол по-

ворота звеньев относительно друг друга. Их значения представлены на рисунке 3.

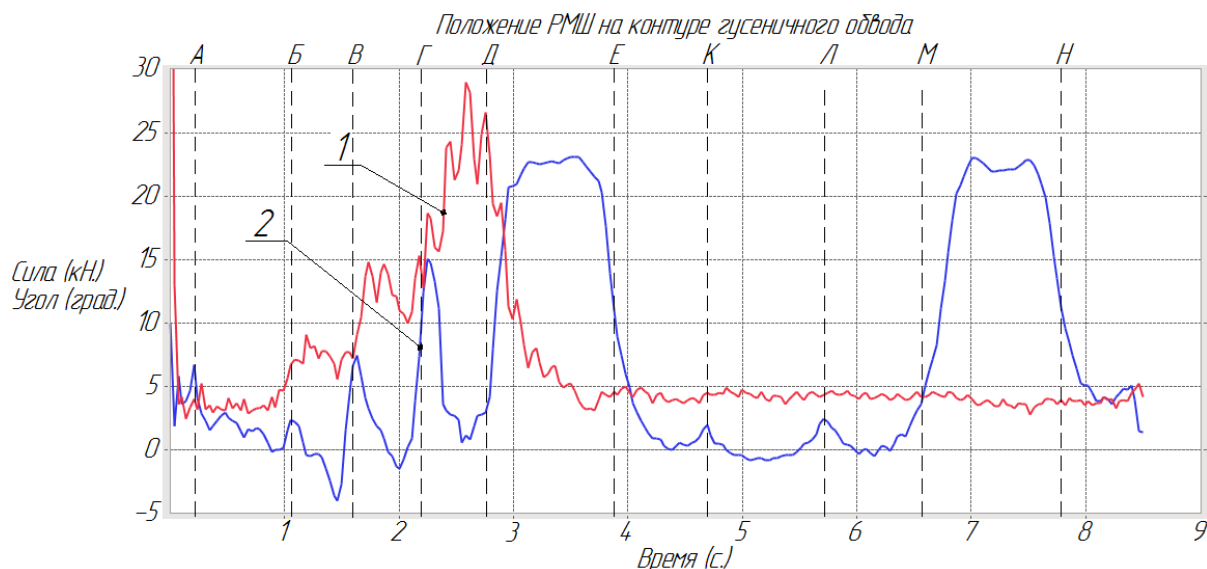


Рисунок 3 -Зависимость измеряемых параметров от времени: 1- растягивающее усилие в исследуемом шарнире; 2- угол относительного поворота смежных звеньев

Результаты оценки нагрузок, действующих на РМШ соединение звеньев

По зависимости, расположенной на рисунке 3 можно судить о возрастании растягивающего усилия (линия 1) при движении исследуемого шарнира по участку А-Д. Максимального значения 29,0 кН растягивающее усилие в шарнирном соединении достигает перед входом соединения в зацепление с зубьями ведущего колеса. Далее можно наблюдать резкое снижение величины растягивающего усилия в соединении на участке Д-Е, так как по мере прохождения исследуемого шарнира по контуру ведущего колеса растягивающее усилие переходит на предыдущие звенья. Последующее перемещение шарнира по контуру обвода сопровождается плавным уменьшением растягивающего усилия без выраженных скачков (участок Е-Н рис 3.) Растягивающее усилие на этом участке обеспечивается натяжным устройством.

Линия 2 соответствует углу относительного поворота смежных звеньев. В свободном положении звенья имеют предварительный угол закручивания относительно друг друга, обеспечиваемый сборкой резинометаллического шарнирного соединения. Это позволяет снизить среднее значение угла относительного поворота смежных звеньев и уменьшить максимальные касательные напряжения, возникающие в резиновых элементах при за-

кручивании шарнира. На участке А-Г наблюдаются скачки значения угла поворота до 12°. Эти пики соответствуют прохождению РМШ соединения под опорными катками и обусловлены податливостью грунта. Величина пика равного 15°, на опорном участке Г-Д, соответствует выходу звена из под последнего опорного катка. Далее на участке Д-Е угол резко возрастает и изменяется в диапазоне от 4 до 23°, этот участок описывает движение исследуемого шарнирного соединения по ведущему колесу. Далее следует участок Е-М, между ведущим и направляющим колесом. На этом участке наблюдаются 2 пика величиной 2°, которые описывают закручивание РМШ соединения, вызванное взаимодействием гусеничного обвода с поддерживающими катками. Участок М-Н, описывающий движение звена по направляющему колесу, имеет аналогичный диапазон изменения угла относительного поворота смежных звеньев, в сравнении с ведущим колесом.

Выводы

Данное исследование позволило проанализировать растягивающее усилие, действующее на резинометаллическое шарнирное соединение при движении трактора и угол относительного поворота смежных звеньев гусеничной цепи.

Полученные результаты позволяют описать режимы нагружения резиновых элементов шарнирного соединения гусеничной цепи трактора, необходимые для определения их напряженно-деформированного состояния и оценки долговечности.

Список литературы

1. Водченко, О.П. Экономичный автоматизированный гусеничный движитель ADAPTIV для промышленных суперкомплексов/ О.П. Водченко// Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. - 2012. - Т. 1. - С. 180-189.
2. Ворошилов, А.Г. Оценка возможности применения технологии добычи полезных ископаемых крутонаклонными съездами с применением гусеничных самосвалов на месторождениях Уральского региона / А.Г. Ворошилов// Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № 10. – С. 326-330.
3. Домнин, В.Б. Карьерный гусеничный самосвал для глубоких горизонтов карьеров / В.Б. Домнин, В.М. Неволин, А.В. Бесчастный// Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № S9. – С. 123-129
4. Монин, И.А. Применение гусеничных грузовых машин для военных и гражданских грузоперевозок в современных технико-экономических условиях/ И.А. Монин, В.Н. Наумов, С.А. Харитонов// Инженерный журнал: наука и инновации. - 2013. - № 10(22). - С. 47. (URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/transport/975.html>)
5. Шарипов, В.М. Экспериментальная оценка нагрузок, действующих на резиновые элементы гусеничной цепи с резинометаллическими шарни-

рами/ В.М. Шарипов, Ю.Н. Барсуков, С.А. Коростелев // Известия МГТУ «МАМИ». - 2016. - №4-(30). - С. 97-106.

6. Коростелев, С.А. Теоретическое исследование динамической нагруженности резинометаллических шарнирных соединений гусеничного движителя с ограничителями радиальной деформации/ С.А. Коростелев, А.Ф. Вербилов, В.В. Ковалев //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. Т14, №1(2) . – С. 381 - 383.

7. Платонов, В.Ф. Динамика и надёжность гусеничного движителя / В.Ф. Платонов.- М.: Машиностроение, 1976.- 236 с.

8. Поддубный, В. И. Разработка математических моделей механических систем с использованием прикладного пакета RecurDyn/ В. И. Поддубный, Поддубная М. Л. // Ползуновский вестник.- 2015.- №1.- С. 56-60.

9. Шеховцов, В. В. Подрессоривание кабин тягово-транспортных средств: учеб. пособие / В. В. Шеховцов, А.В. Победин, М. В. Ляшенко, Н.С. Соколов-Добрев, К. В. Шеховцов // ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – 160 с.

Корнев Никита Сергеевич, аспирант НТТС, АлтГТУ им. И. И. Ползунова, тел. 89635301723, e-mail: nikita-kornev@yandex.ru.

Коростелев Сергей Анатольевич, к.т.н. доцент, АлтГТУ им. И.И. Ползунова. e-mail: korsan73@mail.ru.

Медведев Юрий Владимирович, аспирант НТТС, АлтГТУ им. И. И. Ползунова, тел.: 89021425734, e-mail: megapalestiner@gmail.com