

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ШАРНИРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ С ОГРАНИЧИТЕЛЯМИ РАДИАЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ

© 2012 С.А. Коростелев¹, А.Ф. Вербилов², В.В. Ковалев²

¹ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

² Барнаульский юридический институт Министерства внутренних дел России

Поступила в редакцию 24.03.2012

Приведены результаты расчета динамической нагруженности резиновых элементов резинометаллического шарнирного соединения звеньев гусеничного движителя с ограничителями радиальной деформации.

Ключевые слова: *гусеничный движитель, резинометаллический шарнир, динамическая нагруженность*

Движение гусеничной машины сопровождается различного рода колебательными процессами, обусловленными неравномерностью перемещения гусеничного обвода, неравномерностью физико-механических свойств грунта, колебаниями крюковой нагрузки и прочими факторами. Неравномерность нагружения гусеничного обвода связана в большей степени с конструктивными особенностями данного типа движителя: звенчатость гусеничной цепи, наличие дезаксиального механизма ведущего участка. Одним из наиболее нагруженных элементов гусеничного обвода звенчатого типа является шарнирное соединение звеньев. Конструктивно шарнирное соединение может быть выполнено в виде простого металлического соединения, резинометаллического шарнира или резинометаллического соединения с ограничителями радиальной деформации. Применение резинометаллического соединения исключает попадание абразивных частиц к трущимся поверхностям и существенно снижает динамическую нагруженность деталей. Однако применение резиновых элементов в соединениях увеличивает податливость гусеничной цепи, что приводит к

увеличению шага. Поэтому в перспективных конструкциях соединений применяют ограничители деформации в виде металлических колец (рис. 1). Введение в силовую схему резиновых вязкоупругих элементов существенно изменяет характер колебательных процессов. Важной задачей при моделировании колебательных процессов при работе гусеничного движителя является учет всех силовых факторов, возникающих при взаимодействии его элементов.

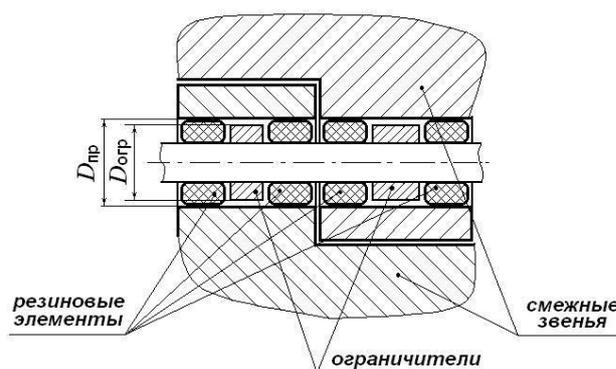


Рис. 1. Фрагмент резинометаллического соединения с ограничителями радиальной деформации

В работе [1] приводятся результаты экспериментальных исследований податливости гусеничных цепей с шарнирными соединениями различных типов. На рис. 2 показаны жесткостные характеристики различных резинометаллических шарниров, имеющие нелинейный

Коростелев Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и тракторы». E-mail: korsan73@mail.ru

Вербилов Алексей Федорович, кандидат технических наук, доцент кафедры огневой и технической подготовки. E-mail: bubushka@mail.ru

Ковалев Виталий Витальевич, кандидат технических наук, доцент кафедры огневой и технической подготовки. E-mail: vit-kov@mail.ru

вид. Обусловлено это тем, что на начальном этапе растяжения гусеничной цепи в шарнирах выбираются зазоры (линейный участок в начале графика). Затем происходит значительный рост жесткости шарнира, обусловленный прогибом пальца звена.

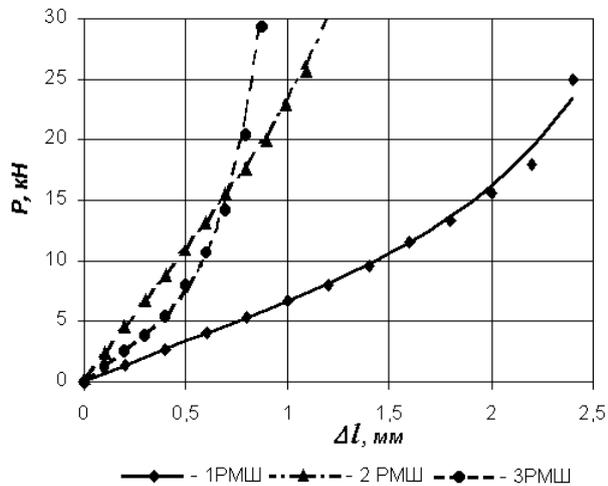


Рис. 2. Радиальная жесткость резинометаллических шарниров различных конструкций

При моделировании динамических процессов гусеничного движителя необходимо учитывать момент контакта ограничительного кольца с проушиной звена. При взаимном угловом смещении звена и пальца возникает сила трения, пропорциональная силе нормального давления в зоне контакта (рис. 3), поэтому дополнительными силовыми факторами будут являться силы трения и моменты этих сил, дополнительно нагружающие смежные элементы. Для исследования данного явления была использована плоская динамическая модель ведущего участка гусеничного движителя трактора Т250, учитывающая массу и момент инерции арматуры шарнира, а так же разные значения жесткости и демпфирования резиновых элементов [3].

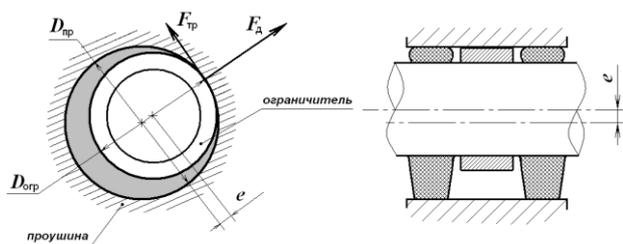


Рис. 3. Взаимодействие проушины звена и ограничителя радиальной деформации шарнира

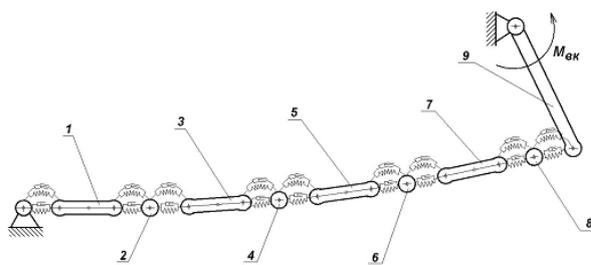


Рис. 4. Плоская модель ведущего участка гусеничного движителя: 1,3,5,7 – звенья цепи; 2,4,6,8 – шарниры; 9 – ведущее колесо (звездочка)

Связь между элементами гусеничного движителя реализуется в виде упругих, вязкоупругих соединений или абсолютно жесткого контакта. Резинометаллический шарнир рассмотрен в виде отдельной массы, связанной с сопрягаемыми звеньями упругими и демпфирующими связями. Жесткостные и демпфирующие параметры резиновых элементов двойных и тройных проушин характеризуются коэффициентами радиальной и угловой жесткости, а также коэффициентами радиального и углового демпфирования. Нагруженность шарнирного соединения характеризуется динамическим растягивающим усилием Pd и закручивающим моментом Md , действующими на резинометаллический шарнир со стороны проушины звена.

Для расчета динамической нагруженности элементов шарнирных соединений использовался программный комплекс DTRAK [3, 4], который разработан для исследования динамических процессов, происходящих в элементах гусеничного движителя при различных вариантах внешнего воздействия. В алгоритм программного комплекса внесены изменения, позволяющие учитывать нелинейность жесткостных характеристик шарнирных соединений, а также работу ограничителей радиальной жесткости. В качестве внешнего воздействия принят крутящий момент, действующий на ведущем колесе (рис. 5).

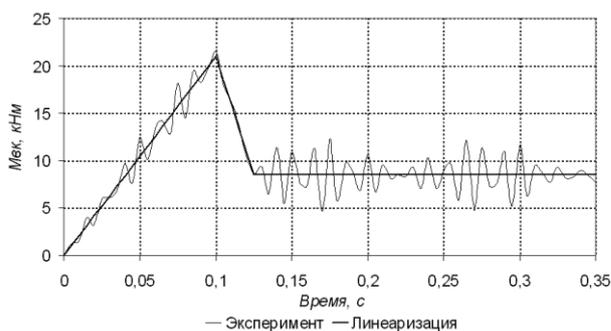


Рис. 5. Изменение крутящего момента на ведущем колесе

Проведены расчеты динамических перемещений, растягивающих усилий и закручивающих моментов, возникающих в резиновых элементах шарнирных соединений. В качестве примера на рис. 6 приведены графики изменения закручивающего момента резиновых элементов 4-го шарнира. Для сравнения на данном рисунке приведен график закручивающего момента в случае отсутствия ограничителей радиальной деформации.

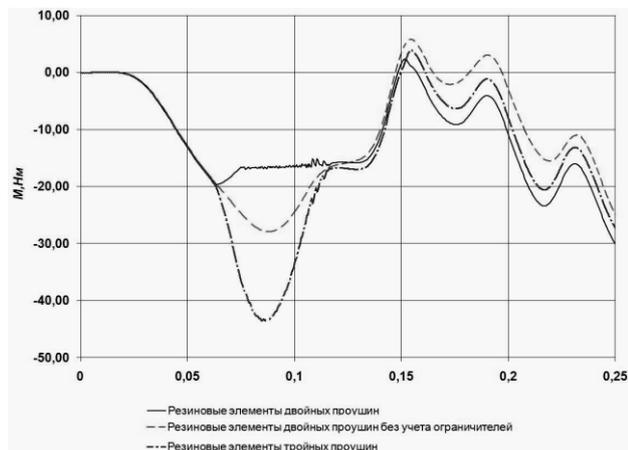


Рис. 6. Нагруженность резиновых элементов 4-го шарнира

Выводы: в определенный момент времени резиновые элементы тройных проушин испытывают большее нагружение закручивающим моментом, чем элементы двойных проушин. Связано это с тем, что жесткость резиновых элементов тройных проушин больше жесткости элементов двойных проушин, поэтому двойные проушины раньше вступают в контакт с кольцами ограничителей. В зоне контакта возникают силы трения, моменты

которых препятствуют дальнейшему росту закручивающего момента резиновых элементов двойных проушин. Различие динамической нагруженности приводит к неравномерному износу резиновых элементов и снижению общего ресурса шарнирного соединения. Это следует учитывать при конструировании элементов гусеничного движителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Барсуков, Ю.Н. Влияние резинометаллической гусеницы на динамические нагрузки в силовой передаче и гусеничном обводе трактора класса 3т / Ю.Н. Барсуков, Л.Н. Беседин, А.Т. Болгов, Н.А. Толчинский // Сб. науч. тр. АПИ, Барнаул. 1973. Вып. 23. С. 56-65.
2. Вербилов, А.Ф. Оценка динамической нагруженности элементов гусеничного движителя с учетом нелинейности жесткостных параметров резинометаллических шарниров / А.Ф. Вербилов, В.А. Дружинин // Совершенствование систем автомобилей, тракторов и агрегатов: сб. статей. / Под ред. к.т.н., проф. В.А. Дружинина. Академия транспорта РФ, АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд.-во АлтГТУ, 2000. С. 10-15.
3. Вербилов, А.Ф. Оценка влияния параметров РМШ на неравномерность нагружения шарнирного соединения звеньев гусеничной цепи / А.Ф. Вербилов, С.А. Коростелев, В.В.Ковалев // Под ред. к.т.н. доцента С.А. Коростелева / Российская Академия транспорта, АлтГТУ им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд.-во АлтГТУ, 2006. С. 38-50.
4. Коростелев, С.А. Определение динамических нагрузок в шарнирном соединении трактов гусеничной цепи (DTrak) / С.А. Коростелев С.А., А.Ф. Вербилов, В.В. Ковалев // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2007610029. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 9 января 2007.

THEORETICAL RESEARCH OF THE DYNAMIC LOADING OF RUBBER-METAL JOINTS IN CATERPILLAR MOVER WITH LIMITERS OF RADIAL DEFORMATION

© 2012 S.A. Korostelev¹, A.F. Verbilov², V.V. Kovalev²

¹ Altay State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul

² Barnaul Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia

Results of calculation the dynamic loading of rubber elements in rubber-metal joint at caterpillar mover links unit with limiters of radial deformation are resulted.

Key words: caterpillar mover, rubber-metal joint, dynamic loading

Sergey Korostelev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department "Automobiles and Tractors". E-mail: korsan73@mail.ru

Aleksey Verbilov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Shooting and Technical Training. E-mail: bubushka@mail.ru

Vitaliy Kovalev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Shooting and Technical Training. E-mail: vit-kov@mail.ru