

## **ДИНАМИЧЕСКАЯ ПОДАТЛИВОСТЬ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУСЕНИЧНОГО ХОДА ТРАКТОРОВ**

*Ю.К. Яшков, А.Г. Гусев, Г.Ю. Сяськов, А.А. Смолий, А.С. Терёбов*

Рассматривается конструктивный способ повышения трибологических характеристик гусеничного хода мощных тракторов путем повышения динамической податливости элементов гусеничной цепи. Введение в конструкцию гусеничной цепи трактора демпфирующих элементов из многокомпонентных полимерных материалов (МКПМ) позволяет снизить динамические нагрузки, уменьшить потерю трения и повысить износостойкость пар трения.

Ключевые слова: трактор, гусеничный ход, динамическая податливость, демпфирующая способность, трение, износ, полимерные материалы, эксплуатационные испытания.

Гусеничный ход тракторов является одним из основных элементов в реестре эксплуатационных затрат тракторов и бульдозеров, особенно при работе на обводненных грунтах с большим содержанием кварца [1]. Гарантийная наработка бульдозеров Чебоксарского агрегатного завода при таких условиях работы до ремонта с разборкой и заменой многих узлов и деталей может составлять 700...1200 моточасов [2]. Такого же порядка составляет рабочий ресурс гусеничной цепи у тракторов иномарок Komatsu, Caterpillar и др. [3]. Основные быстро изнашивающиеся элементы гусеничного хода – это шарниры

цепей, втулки цепей по наружной поверхности, звенья цепи по рабочей трущейся поверхности, рабочие поверхности зубьев ведущих колес-звездочек, рабочие трущиеся поверхности и подшипниковые опоры катков.

Предпринимаемые меры по повышению эксплуатационного ресурса гусеничного хода, в частности, новые уплотнительные устройства, некоторое повышение точности сопряжений, дополнительные устройства для смазывания, значительно усложняя конструкцию в целом, обеспечивают увеличение ресурса до 30 %.

Среди мер по восстановлению работоспособности и увеличению ресурса гусеничного хода распространен способ ремонта с наплавкой изношенных деталей; в фирме Lenseg практикуется способ с разборкой гусеничной цепи с последующим разворотом на 180° изношенных деталей. Более эффективной оказалась новая конструкция шарнира цепи с так называемой «двойной втулкой», при которой существенно повысилась износостойкость многих элементов гусеничного хода [3]. При некотором усложнении устройства и технологии изготовления конструкция не работоспособна при отдельных условиях эксплуатации. В работе [4] рассматривается перспективность способа снижения динамических нагрузок в гусеничном ходе посредством применения элементов из резины; в работе [5] – повышение эксплуатационных характеристик гусеничного хода путем применения в опорных узлах металлических втулок с полимерным покрытием. Эти конструктивные мероприятия практически не применимы к тяжелым гусеничным машинам.

Одним из факторов, обуславливающих интенсивный износ, является традиционная недостаточно совершенная конструкция гусеничного хода, когда основным способом увеличения рабочего ресурса деталей остается повышение твердости трущихся поверхностей.

Интенсивному износу способствует пониженная точность и повышенные зазоры в подвижных соединениях гусеничного хода, приводящих к дополнительным динамическим нагрузкам и резко уменьшающих фактическую площадь контакта.

Уменьшают рабочий ресурс гусеничного хода нерационально сконструированные опорные узлы, недостаточно эффективные устройства их уплотнения, их низкая ремонтпригодность.

В устройстве ходовой части тракторов отсутствуют демпфирующие элементы, которые могли бы за счет повышенной динамической податливости снижать пиковые нагрузки в трибосопряжениях, которые во многом определяют их износостойкость. Последнее важно в условиях несовершенного линейно – точечного контакта трущихся деталей, в т.ч. фрикционного контакта механически необработанных деталей, характеризующегося резкой разницей фактической и номинальной площади контакта.

Динамическая податливость и обусловленная ей демпфирующая способность – способность рассеивать механическую энергию при циклическом нагружении в упругой области за счет внутреннего трения в материале – может характеризоваться величиной логарифмического декремента затухания колебаний  $\delta = \lambda T$ , где  $\lambda$  – коэффициент затухания,  $T$  – период одного цикла колебаний. Для сравнения величина логарифмического декремента равна для стали 0,02...0,06, для конструкционных полимерных материалов 1,2...4,5.

Относительная демпфирующая способность характеризуется коэффициентом:

$$\eta = 2 \theta E \cdot 100/F^2,$$

где:  $\theta$  – работа деформирования,

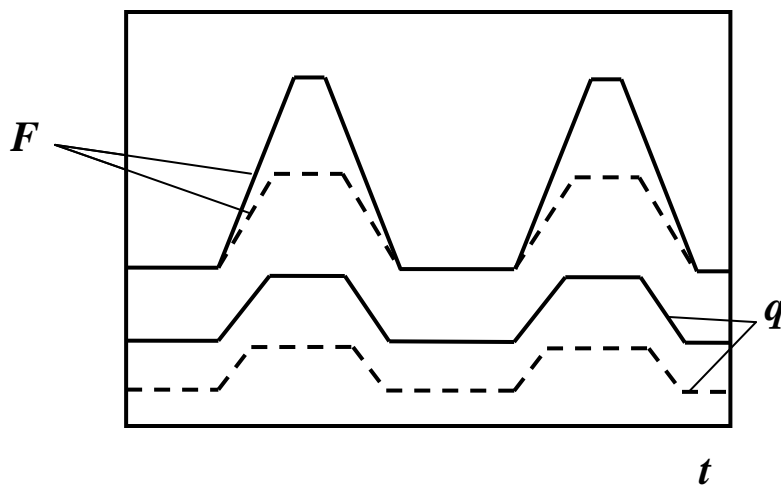
$F$  – нагрузка,

$E$  – модуль упругости.

Величина коэффициента относительной демпфирующей способности равна для стали 0,2...0,4, для конструкционных полимерных материалов 11... 21,5.

Повышенная динамическая податливость элементов гусеничного хода может быть достигнута путем выполнения отдельных элементов из упруго-эластичных конструкционных полимерных материалов, нормальный модуль упругости которых в 30...70 раз меньше чем у металлов. Элементы повышенной податливости за счет уменьшения кромочных явлений будут способствовать более равномерному распределению нагрузки по поверхностям трения, что также приводит к повышению их износостойкости.

Характер действия общей и максимальной удельной нагрузки, ее динамической составляющей в парах трения гусеничного хода тракторов при внесении в устройство упруго-эластичного элемента повышенной податливости показан на рисунке.



Общая ( $F$ ) и удельная ( $q$ ) нагрузка в парах трения

———— без податливого элемента

----- податливым элементом

В Лаборатории полимерных трибоматериалов Аэрокосмического факультета университета выполняются разработки по модернизации гусеничного хода тракторов в направлении повышения динамической податливости узлов и конструкции в целом и улучшения трибологических характеристик пар трения. Проверяется влияние этих элементов на достижение более высоких показателей нагрузочной способности и износостойкости ходовой части тракторов. Разрабатываются конструкции с элементами податливости – опорные и поддерживающие катки, гусеничные цепи. В качестве упруго – эластичных элементов в гусеничной цепи выступают металлопластмассовые шарниры с трущимися элементами из специально разработанных многокомпонентных полимерных материалов (МКПМ). На испытательном стенде с максимальным обеспечением критериев подобия по геометрическим параметрам и условиям нагружения определялись фрикционные характеристики пар трения в шарнире гусеничной цепи – типовой «закаленная сталь по закаленной стали» и экспериментальной «закаленная сталь по полимерному материалу МКПМ». Установлено значительное – в 1,6...2,2 раза – снижение динамического и статического коэффициента трения у экспериментальной пары трения.

На предприятии «УралСпецМаш» впервые (как нам известно – в мировой практике) были изготовлены опытные гусеницы с металлопластмассовыми шарнирами для мощного трактора. На Белоносском песчаном карьере (Челябинская обл.) проведены эксплуатационные испытания бульдозера Т-130, оборудованного такими гусеницами. Предварительные результаты 2-х летних испытаний показывают – наработка по износу шарниров и звеньев цепи увеличилась в 2,3 раза, по износу зубьев ведущих звездочек увеличилась в 3,8 раза, по износу опорных катков увеличилась в 1,3 раза (испытания продолжаются).

Выполненные экспериментальные разработки и их первые результаты позволяют утверждать, что выбранное направление модернизации ходовой части тяжелых гусеничных машин является перспективным, требующим обстоятельного исследования и дальнейшего развития.

#### Библиографический список

1. Гусев, С.А. Расчет затрат на ходовую часть гусеничных промышленных тракторов / С.А. Гусев // Строительные и дорожные машины. – 2013. – № 9. – С. 28–31.
2. Гусев, С.А. Влияние конструкции гусеницы промышленного трактора на ее потребительские свойства / С.А. Гусев // Строительные и дорожные машины. – 2013. – № 9. – С. 10–16.
3. Модернизированная гусеничная лента ходовой части бульдозера // Строительные и дорожные машины. – 2013. – № 4. – С. 4–7.

4. Коростелев, С.А. О снижении динамических нагрузок в паре бандаж опорного катка – беговая дорожка звена / С.А. Коростелев, В.Н. Скоков // V Международная научно-практическая конференция. Сборник статей. – Барнаул, 2010. – С. 485–487.

5. Моргунов, А.П. Эксплуатационные испытания метало-полимерных подшипников скольжения многоцелевых гусеничных машин / А.П. Моргунов, Д.С. Звездин // Анализ и синтез механических систем. Сб. науч. трудов / под ред. В.В. Евстифеева. – Омск, 2006. – С. 74–78.