

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тараторкина Алексея Игоревича «Метод снижения динамической и вибрационной нагруженности быстроходных гусеничных машин путём стабилизации колебательных процессов в движителе», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

Актуальность темы. Надёжность быстроходных гусеничных машин высокой проходимости ограничена динамическими эффектами в гусеничном движителе, вызывающими увеличенные нагрузки, сокращение ресурса, а в отдельных случаях, приводит к разрушению элементов конструкции. К числу недостаточно изученных явлений относятся поперечные колебания ветвей гусеницы со значительными амплитудами перемещений траков, нарушающие устойчивость колебательных процессов, формирующие динамические нагрузки в конструкции движителя и провоцирующие сбрасывание гусениц, либо их «захват» зубчатым венцом ведущего колеса.

Другим малоисследованным фактором является высокочастотное вибрационное нагружение на траковых частотах при движении по твёрдым покрытиям, с амплитудами, иногда превышающими статическую нагрузку на каток. Наличие обрезиненных дорожек и резино-металлических шарниров, обуславливающих нелинейность взаимодействия катка с беговой дорожкой, усложняет динамику процессов, способствует параметрическим резонансам и тепловым перегрузкам. Повышенная вибрация приводит к отказу не только элементов ходовой части и поддрессоривания, но и бортового оборудования, при этом ресурс гусеничных элементов снижается в разы по сравнению с другими агрегатами.

Таким образом, изучение колебательных процессов в гусеничном движителе и создание научных методов, направленных на стабилизацию и обеспечение устойчивости динамических и вибрационных процессов, **является актуальной задачей**, особенно в связи с ростом скоростей движения, изменением компоновок, а также созданием роботизированных и беспилотных комплексов на гусеничном шасси.

Целью работы является снижение динамической и вибрационной нагруженности быстроходной гусеничной машины, направленное на повышение надёжности, путём стабилизации динамических процессов в движителе.

Исследование проведено на высоком научном уровне. В работе изложен обширный анализ литературных источников, приведены результаты сложных вычислений и многочисленных экспериментальных работ. Результаты работы

отражены в широком перечне опубликованных статей, а также обсуждены при участии соискателя в научно-технических конференциях.

Основными элементами научной новизны являются:

- математическая (имитационная) модель движения гусеничной машины, отличающаяся возможностью исследования влияния успокоителя на динамические процессы в гусеничном двигателе с учётом звенчатости гусеницы и упругодемпфирующего взаимодействия между траками;

- математическая модель нелинейного упругого взаимодействия опорного катка с беговой дорожкой гусеницы при движении машины по твёрдому опорному основанию, отличающаяся возможностью учёта переменной по длине трака жёсткости упругого взаимодействия опорного катка и беговой дорожки гусеничной ленты, описывающая возбуждение параметрических резонансных колебаний;

- частотная имитационная модель быстроходной гусеничной машины, отличающаяся от общепринятых моделей учётом пути распространения вибраций через параллельные жёсткие связи по схеме «опорный каток – балансир – блок подвески – подрессоренная масса – оборудование», позволяющая исследовать высокочастотные резонансы подрессоренной массы, возникающие вследствие динамического нагружения опорных катков, и оценить эффективность распространения вибраций от неподрессоренных масс к специальному технологическому оборудованию, установленному на (в) корпусе машины;

- метод исключения высокочастотных резонансных колебаний опорных катков путём обеспечения устойчивости динамической системы за счёт выбора рационального значения глубины модуляции параметрической жёсткости упругого взаимодействия шины опорных катков со звончатой беговой дорожкой гусениц посредством оценки устойчивости по диаграмме Айнса-Стретта.

Практическая ценность исследования заключается:

- в разработанном и программно-аппаратно реализованном методе экспериментального определения кинематических параметров гусеничного обвода на основе технологии компьютерного зрения с применением алгоритма Лукаса-Канаде для анализа оптического потока;

- в программно-аппаратно реализованном методе определения временных и частотных параметров микропрофиля опорного основания в режиме реального времени на основе измерения вертикальных ускорений средних опорных катков обоих бортов гусеничной машины, математических алгоритмов избирательной фильтрации и интегрирования результатов измерений. Метод позволяет существенно сократить сроки обработки статистических данных микропрофиля пути реальных трасс;

- в разработанных практических рекомендациях применительно к объекту исследования – семикатковой гусеничной машине, по снижению динамической нагруженности элементов конструкции гусеничного двигателя, исключаяющих такие

явления, как «захват» свободной ветви гусеницы зубчатым венцом ведущего колеса и «сброс» гусеницы при поперечных колебаниях ветвей гусеничного обвода;

- в разработанных практических рекомендациях по снижению динамической и тепловой нагруженности опорных катков, а также вибронагруженности элементов конструкции машины и специального технологического оборудования применительно к объектам исследования путем снижения глубины модуляции параметрической жесткости упругого взаимодействия шины опорных катков с траками гусеницы с «зигзагообразным» перекрытием, исключаящими параметрический резонанс.

Реализация результатов работы. Результаты работы использованы АО «СКБМ» при выполнении опытно-конструкторских работ по доводке конструкции движителей модернизируемых и перспективных образцов гусеничных машин, а также в учебном процессе при подготовке специалистов по направлению 23.05.02 в Курганском государственном университете.

По результатам ознакомления с авторефератом имеются следующие замечания.

1. В тексте автореферата не нашли отражение многие аспекты экспериментальных работ. В частности, не ясно, учитывает ли метод экспериментального определения кинематических параметров гусеничного обвода, реализованный на основе оценки разреженного оптического потока, искажение изображения при прохождении лучей света через линзу.

2. В работе не рассматривался вопрос влияния колебаний крутящего момента в трансмиссии на вибрационные характеристики движителя.

3. Из текста автореферата не удалось выяснить по какой причине при проведении экспериментального исследования при движении по бетонной трассе и преодолении типовых низкочастотных неровностей внутри корпуса машины наблюдается значительный отклик ускорений оборудования не на возмущающей «траковой» частоте, а на её третью супергармоническую составляющую.

4. Каким способом при прогнозировании устойчивости параметрических колебаний учитываются диссипативные свойства в исследуемой системе? Возможно ли принимать их во внимание при анализе с помощью диаграммы Айнса-Стретта?

5. Из текста автореферата не удалось разобраться - есть ли разница в способе подбора параметров успокоителя гусеничного обвода для машин с передним и задним расположением ведущего колеса.

Приведённые замечания не снижают ценности выполненного исследования. Проделанная автором работа заслуживает безусловного внимания и полезна с научной и практической точек зрения.

Заключение.

Диссертационная работа Тараторкина Алексея Игоревича на соискание учёной степени кандидата технических наук «Метод снижения динамической и вибрационной нагруженности быстроходных гусеничных машин путём стабилизации колебательных процессов в движителе» выполнена на актуальную тему, является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей паспорту научной специальности 2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Диссертация соответствует требованиям п.п. 9 – 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013, а соискатель, Тараторкин Алексей Игоревич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Председатель Экспертного совета
ФГУП «НАМИ» д.т.н., профессор,
член-корреспондент РАН



З.А. Годжаев

11 АВГ 2026

Ведущий эксперт Экспертного совета
ФГУП «НАМИ», к.т.н.



И.А. Фисенко

11 АВГ 2026

Годжаев Захид Адыгезалович,
Тел. +7 (495) 456-57-00, доб. 63-10, E-mail: zahid.godzhaev@nami.ru
Фисенко Игорь Алексеевич,
Тел. +7 (495) 456-57-00, доб. 2-90, E-mail: igor.fisenko@nfmi.ru

Подписи З.А. Годжаева и Фисенко И.А. удостоверяю

Ученый секретарь ФГУП «НАМИ», к.т.н.



Р.Г. Мухаметзянов

11 АВГ 2026

Государственный научный центр Российской Федерации федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ») Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России).

Почтовый адрес: 125438. г. Москва, ул. Автомоторная, д. 2, Тел.: +7 495 456-57-00; Факс: + 7 495 456-57-00, доб. 305; E-mail: info@nami.ru; сайт: <https://nami.ru/>