

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева»
(НГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.А.Куркин



09 2024 г.

ПРОРЕКТОР ПО НАУЧНОЙ РАБОТЕ

Минина ул., 24, г. Нижний Новгород, 603155

Тел. / факс (831) 436-23-37

E-mail: aakurkin@nntu.ru www.nntu.ru

ОКПО 02068137 ОГРН 1025203034537

ИНН / КПП 5260001439 / 526001001

04.09.2024 № 03-04/179

На № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» на диссертационную работу Мухиддинзоды Камолиддини Джамолиддина на тему «**Разработка методики прогнозирования вибрационной нагруженности оператора промышленного трактора при низкочастотном воздействии со стороны движителя на основе моделирования динамических процессов**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

1. Актуальность темы диссертационной работы

Обеспечение выполнения санитарных норм на месте водителя-оператора является важной задачей при разработке новых и модернизации существующих моделей мобильных машин. Повышенный уровень вибраций может приводить к профессиональным заболеваниям, а также способствует снижению производительности труда. Особенно острой эта проблема является для промышленных тракторов с полужесткой подвеской, где, в силу особенностей конструкции ходовой системы, вибрации, возникающие при работе гусеничного движителя, практически полностью передаются на корпус машины.

В диссертационной работе Мухиддинзоды Камолиддини Джамолиддина разработаны математическая модель динамической системы трактора и методика, позволяющая прогнозировать вибрационную нагруженность рабочего места оператора. Применение этой методики позволяет при проектировании машины оценить уровень вибраций, создаваемых гусеничным движителем, а также подобрать характеристики системы виброзащиты

(виброзащитное сиденье, система поддрессоривания кабины и др.), обеспечивающие снижение вибраций на рабочем месте до допустимого уровня.

Таким образом, тема диссертационной работы К. Дж. Мухиддинзоды является актуальной.

2. Научная новизна проведенных исследований

Основными составляющими научной новизны диссертации являются:

1. Усовершенствованная методика расчетной оценки низкочастотного вибрационного воздействия со стороны гусеничного движителя на рабочее место оператора промышленного трактора, предусматривающая моделирование случайного внешнего воздействия и использование математической модели системы «гусеничный движитель – корпус трактора – кабина – виброзащитное сиденье – тело оператора» для решения задачи статистической динамики. При этом, в отличие от известных работ, расчеты проводятся для водителей различной массы и с учетом изменения динамических характеристик сиденья в зависимости от его настройки. Также имеется возможность оценивать вибрационную нагруженность различных частей тела оператора.

2. Математическая модель динамической подсистемы промышленного трактора, отличающаяся подробным учетом геометрии опорных поверхностей траков и особенностей конструкции гусеничной тележки, а также нелинейных упруго-пластических свойств грунта.

3. Математическая модель подсистемы «виброзащитное кресло–оператор промышленного трактора», описывающая тело оператора как многомассовую динамическую систему и позволяющая, в отличие от известных моделей, учесть зависимость динамических характеристик от настроек кресла и антропометрических показателей водителя.

3. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Разработана математическая модель и программные средства, позволяющие исследовать динамические процессы в системе «гусеничный движитель – корпус трактора – кабина – виброзащитное кресло – водитель».

Разработана методика лабораторных исследований динамики системы «виброзащитное сиденье – оператор». Разработана математическая модель и выполнена ее идентификация для виброзащитного кресла Sibeco и водителей-операторов различной массы.

С помощью разработанной модели и программных средств проведено исследование влияния различных факторов на уровень низкочастотных вибраций на месте водителя, предложены меры по их снижению.

4. Структура, объем и общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав основного текста, заключения, списка используемой литературы из 123 наименований и приложения. Диссертация изложена на 106 страницах машинописного текста, включает 45 иллюстраций, 6 таблиц, 26 формул. Автореферат включает 23

страницы текста с рисунками, а также перечень основных научных публикаций по теме диссертационного исследования.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы основная цель и задачи работы, объект и предмет исследования, научная новизна, основные положения, выносимые на защиту и практическая значимость.

В первой главе выполнен анализ состояния проблемы на основе обзора отечественных и зарубежных литературных источников. Рассмотрены современные медико-биологические исследования в области вибрационной защиты операторов, приведены требования стандартов, регламентирующие параметры вибрационного воздействия на операторов промышленных тракторов. Представлен обзор отечественных и зарубежных исследований по теме диссертации. На основании выполненного обзора сформулированы задачи исследования.

Вторая глава посвящена экспериментальным исследованиям динамических характеристик системы «виброзащитное сиденье – оператор». Исследования проведены на примере виброзащитного сиденья Sibeco с пневматическим упругим элементом.

Представлены результаты статических испытаний, получены упругие характеристики системы подрессоривания и подушки сиденья для различных настроек и для операторов различной массы.

Динамические исследования сиденья выполнены с использованием современного электродинамического вибростенда и регистрирующей аппаратуры. Показано, что динамические жесткости элементов сиденья существенно отличаются от статических.

Предложена пятимассовая модель динамической системы «виброзащитное сиденье – водитель», по результатам динамических испытаний выполнена идентификация модели для водителей с различной массой тела. В дальнейшем разработанная модель использована как подсистема модели единой динамической системы «трактор – сиденье – водитель».

В третьей главе представлена математическая модель динамической системы «гусеничный движитель – корпус – кабина – кресло с оператором».

Модель динамической системы трактора состоит из модели гусеничной тележки, построенной в пакете программ ANSYS Moution, и дискретной модели подсистемы «корпус трактора- кабина – виброзащитное сиденье с водителем». Представлены расчетные схемы и уравнения движения для разработанной модели.

Проведено моделирование движения тележки по грунту, выполнено исследование влияния расстановки опорных катков и свойств грунта на колебания тележки. Адекватность модели подтверждена сопоставлением результатов расчетов с экспериментальными данными других исследователей.

Четвертая глава посвящена расчетным исследованиям вибрационной нагруженности рабочего места водителя-оператора промышленного трактора. Для расчетных исследований использован спектральный метод. Разработана методика получения функция спектральной плотности внешнего воздействия

со стороны гусеницы при движении трактора с переменной скоростью, а также расчета средних квадратических значений виброускорений на месте водителя в стандартных третьоктавных полосах.

Выполнены исследования вибрационной нагруженности для различных условий эксплуатации и для водителей различной массы. Показано, что при использовании стандартного виброзащитного сиденья на данном тракторе вибрации превышают предельно-допустимые значения. С целью выполнения требований санитарных норм предложено изменить динамические характеристики виброзащитного сиденья и системы поддрессоривания кабины трактора.

В заключении представлены выводы по результатам диссертации, свидетельствующие о том, что задачи исследования в ходе выполнения работы решены.

Материалы автореферата полностью отражают содержание диссертации, охватывают все ее разделы и соответствуют требованиям ВАК РФ. Диссертация и автореферат написаны грамотным, ясным научным языком с использованием общепринятой терминологии.

5. Личный вклад автора

По теме диссертации соискателем лично и в соавторстве опубликовано 7 научных работ, среди них 2 статьи в журналах из Перечня ведущих российских рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК; 1 статья опубликована в журнале, индексируемом в SCOPUS и 4 статьи в прочих изданиях.

Основные положения диссертационной работы докладывались соискателем на международной научно-практической конференции «Технические науки инженерное образование для устойчивого развития» (г. Душанбе, 2021), на четырнадцатой научной конференции аспирантов и докторантов ЮУрГУ (г. Челябинск, 2022), на международной научно-практической конференции «Пром-Инжинеринг –2022» (г. Сочи, 2022), на XVI Международной научно-практической конференции «Перспективные направления развития автотранспортного комплекса» (г. Пенза, 2022), на научных семинарах кафедры «Колесные и гусеничные машины» ЮУрГУ (г. Челябинск, 2020-2024 г.). Отмеченное свидетельствует, что представленные в диссертации исследования выполнены автором лично.

6. Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа Мухиддинзоды Камолиддини Джамолиддина «Разработка методики прогнозирования вибрационной нагруженности оператора промышленного трактора при низкочастотном воздействии со стороны движителя на основе моделирования динамических процессов» соответствует паспорту научной специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы», в частности, пунктам 2 и 5.

7. Достоверность основных научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и обоснованность обеспечивается корректной постановкой задач, обоснованностью принятых допущений, применением фундаментальных законов механики и известных численных методов. Адекватность разработанных математических моделей подтверждена сопоставлением результатов расчетных и экспериментальных исследований. Достоверность результатов экспериментальных исследований обеспечена применением современного аттестованного измерительного и регистрирующего оборудования лаборатории ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)".

8. Вопросы и замечания по содержанию диссертации

Работа не лишена некоторых недостатков и замечаний.

1. В работе рассмотрен только один источник вибрационного возбуждения - взаимодействие опорных катков со звенчатой гусеницей. При этом не учитывается микропрофиль трассы, а также вибрации, вызываемые двигателем машины и взаимодействием рабочих органов с грунтом.

2. На интенсивность колебаний гусеничной тележки при движении трактора должно влиять натяжение гусениц. Неясно, как оно учитывается в предлагаемой модели.

3. В работе значительное внимание уделяется статическим испытаниям виброзащитного сиденья, однако полученные при этом упругие характеристики в дальнейших исследованиях не используются. Вывод о необходимости использовать в динамической модели динамической, а не статической жесткости можно было сделать заранее, на основе анализа литературных данных.

4. Следовало бы провести более подробные исследования влияния на вибрации трактора формы опорной поверхности раков гусениц и других параметров.

Указанные недостатки не снижают уровня научной новизны, теоретической и практической значимости, степени реализации научных результатов, общей положительной оценки выполненной диссертационной работы и являются направлениями дальнейших научных исследований.

9. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанные в диссертации математические модели и методики, результаты проведенных исследований и выводы могут быть использованы при проектировании ходовых систем промышленных тракторов для уменьшения вибровозбуждения со стороны гусеничного движителя, а также для обоснованного выбора системы виброзащиты рабочего места водителя-оператора.

Содержание диссертационного исследования может быть использовано в

учебном процессе ВУЗов технического направления при подготовке бакалавров, специалистов, магистров и аспирантов, а также при переподготовке и повышении квалификации инженерно-технических работников.

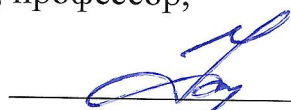
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, свидетельствует о личном вкладе соискателя в науку и развитие страны.

Диссертационная работа Мухиддинзоды Камолиддини Джамолиддина на тему «Разработка методики прогнозирования вибрационной нагруженности оператора промышленного трактора при низкочастотном воздействии со стороны двигателя на основе моделирования динамических процессов» соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Отзыв на диссертацию Мухиддинзоды К. Дж. рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Строительные и дорожные машины» ФГБОУ ВО НГТУ им. Р.Е. Алексеева (протокол № 1 от «27» августа 2024 г.).

Заведующий кафедрой «Строительные и дорожные машины» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
доктор технических наук, профессор,

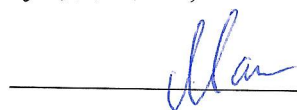


Вахидов Умар Шахидович

04.09.2024

Почтовый адрес: 603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24,
телефон: 8 (831) 436-01-59; e-mail: umar-vahidov@mail.ru

Профессор кафедры «Строительные и дорожные машины» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
доктор технических наук, доцент,



Макаров Владимир Сергеевич

04.09.2024

Почтовый адрес: 603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24,
телефон: 8 (831) 436-01-59; e-mail: makv1201@gmail.com