

В диссертационный совет Д24.2.437.09
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный
университет (НИУ)», 454080, г. Челябинск,
пр. им. В. И. Ленина, 76

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук Тараторкина
Александра Игоревича, на диссертационную работу Мухаддинзоды
Камолиддини Джамолиддина на тему «Разработка методики прогнозирования
вибрационной нагруженности оператора промышленного трактора при
низкочастотном воздействии со стороны двигателя на основе моделирования
динамических процессов», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – «Наземные
транспортно-технологические средства и комплексы»

Негативное воздействие вибрационных процессов на здоровье человека известно достаточно давно. Существует ряд работ, посвящённых этому вопросу. Требуется создание новых методов и новых расчётных моделей, соответствующих создаваемым моделям транспортным машин, для обеспечения безопасности здоровья человека и предотвращения развития болезней операторов транспортных машин, подверженных вибрационным воздействиям. Необходимо применять современные методы и современные аппаратные и программные комплексы для решения таких задач для корректного прогнозирования. В этой связи актуальность представленной диссертационной работы не вызывает сомнений.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- в предложенной усовершенствованной методике расчетной оценки низкочастотного вибрационного воздействия со стороны гусеничного двигателя на рабочее место оператора промышленного трактора, которая включает моделирование случайного внешнего воздействия и использование математической модели системы «гусеничный двигатель – 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;

- в разработанной математической модели динамической подсистемы промышленного трактора, отличающейся подробным учётом геометрии опорных поверхностей траков и особенностей конструкции гусеничной тележки, а также нелинейных упруго-пластических свойств грунта;
- в предложенной новой математической модели подсистемы «виброзащитное кресло – оператор промышленного трактора», которая описывает тело оператора как многомассовую динамическую систему и позволяет, в отличие от известных моделей, учесть зависимость динамических характеристик от настроек кресла и антропометрических показателей водителя.

Достоверность и обоснованность результатов исследования 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, основанных на применении современных программных средств и аттестованного измерительного и регистрирующего оборудования лаборатории "Экспериментальная механика" ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)", а также практической апробацией основных положений диссертационного исследования и согласованностью полученных результатов теоретических и расчётных исследований с большим объёмом экспериментальных данных

Значимость для науки и практики результатов диссертационного исследования заключается в создании математической модели и разработке методики лабораторных испытаний с использованием комплекса программных средств, позволяющих исследовать динамические процессы в системе «гусеничный движитель – корпус трактора – кабина – виброзащитное кресло – водитель». Разработанные программно-аппаратные средства могут быть использованы в научно-исследовательских организациях и конструкторских подразделениях предприятий, занимающихся созданием гусеничных машин.

Результаты работы в достаточном объёме опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК.

Теоретические положения, результаты расчётных и экспериментальных исследований, изложенные в диссертации, могут быть использованы в учебном

процессе при подготовке студентов ВУЗов по направлению «Наземные транспортно-технологические комплексы».

Общее содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырёх глав с выводами, заключения, и списка используемой литературы.

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. Рассматриваются современные медико-биологические исследования в области вибрационной защиты операторов транспортных машин, в частности, о воздействии вибрации на организм человека. Приводятся требования нормативов и стандартов, регламентирующих параметры вибрационного возмущения, действующего на операторов промышленных тракторов. Изучены работы и рассмотрены способы передачи возмущающего воздействия на человека и на его отдельные части тела. Изучены работы, в которых авторами, занимающимися вопросами вибрационного воздействия на человека, предложены различные варианты защиты от вибрационных воздействий, а также созданы математические модели для расчетной оценки низкочастотного вибрационного воздействия на рабочее место оператора на основе моделирования динамики гусеничных машин и их агрегатов. На основании выполненного обзора сформулированы задачи исследования.

Во второй главе приводятся результаты и подробно описаны экспериментальные исследования динамических характеристик системы «виброзащитное сиденье – оператор». Указано использованное оборудование и обосновано его применение для поставленных задач диссертационной работы. Представлены результаты определения упругих характеристик системы подпрессоривания кресла оператора промышленного трактора и его компонентов. Продемонстрировано влияние массы оператора на получаемые динамические свойства всей системы. Представлена математическая модель, описывающая динамику водителя-оператора и виброзащитного сиденья. В отличие от известных моделей, рассматривается единая динамическая система «виброзащитное сиденье- тело оператора», параметры которой определены для

операторов с различной массой тела. Адекватность модели подтверждена сопоставлением расчетных и экспериментальных данных.

В третьей главе представлена математическая модель динамической системы «гусеничный движитель – корпус – кабина – кресло с оператором, описывающая работу промышленного трактора с полужесткой подвеской. Использована подробная модель гусеничного движителя и его взаимодействия с грунтом. Выполнена проверка адекватности модели на основе сопоставления с экспериментальными данными. Рассмотрено влияние расстановки катков и различного шага траков на параметры возмущения.

Четвертая глава посвящена расчётным исследованиям вибрационной нагруженности рабочего места водителя-оператора промышленного трактора. Приводится разработанная лично автором методика расчётной оценки вибрационной нагруженности рабочего места водителя. Сформулированы рекомендации по совершенствованию системы виброзащиты оператора.

Общие замечания по диссертационной работе:

1. Имеются некоторые неточности и опечатки при оформлении. К примеру, путаница в названиях применённых программных продуктов.
2. Автором рассмотрено в качестве основного источника возмущения взаимодействие катков с гусеничным обводом (траковая частота) при воздействии на оператора вдоль вертикальной оси, однако не уделено внимание источникам возмущений от силовой установки, трансмиссии, и от воздействий вдоль продольной и поперечной осей.
3. Для рассмотренных математических моделей представляется возможным определить вполне конкретные значения собственных частот. При известных параметрах конструкции и скорости движения необходимо выполнять сопоставление параметров источников возмущения и модальных свойств рассматриваемых систем для выявления резонансных режимов, которые будут представлять наибольшую опасность и иметь наибольшие показатели вибронгруженности. Однако автор уделил мало внимания изучению возникающих резонансных режимов, рассмотрев лишь различную неравномерную расстановку катков.
4. Не ясно для чего рассматривается движение трактора со случайной скоростью, хотя представляется возможным проанализировать вполне конкретные ездые циклы, соответствующие основным рабочим режимам промышленного трактора, соответствующим его назначению. На их основе можно было бы определить основные режимы возбуждения и выполнять

отстройку системы «оператор – кресло» от них, а также формулировать обоснованные мероприятия по корректировке конструктивных параметров для ослабления источников возмущения.

5. Автором использованы современные аппаратные средства для анализа параметров источников возмущения и реакции рассматриваемой системы, позволяющие очень точно оценить частотные свойства. Выполненное сведение к третьоктавному спектру тривиально.

Указанные выше замечания не изменяют общей положительной оценки диссертации. Все сказанное дает право считать диссертацию Мухиддинзоды Камолиддини Джамолиддина завершенным исследованием, которое дает ученому и разработчику научно-методический аппарат, позволяющий эффективно решать научные и инженерные задачи, возникающие в процессе разработки промышленных тракторов.

Сформулированные в диссертационной работе цель и задачи актуальны для отрасли транспортного машиностроения. Основные научные положения, выносимые на защиту нашли отражение в выводах диссертационного исследования. Полученные результаты свидетельствуют о решении поставленных задач и достижении цели диссертационного исследования, диссертация прошла достаточную апробацию, по теме исследования опубликовано 7 научных работ, в том числе 2 статьи в научных журналах, включенных в перечень ВАК РФ, 1 статья в научном журнале, индексируемом в базе данных SCOPUS и 4 статьи в прочих изданиях. Печатные труды и содержание диссертации характеризуют соискателя как состоявшегося ученого с необходимой теоретической подготовкой, и опытом выполнения научно-исследовательских работ.

Диссертация отличается хорошим стилем изложения, как в методическом, так и в литературном плане. Выводы диссертации обоснованы и соответствуют сущности исследования автора. Автореферат отражает содержание диссертации и производит благоприятное впечатление.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением ВАК РФ

Диссертация Мухиддинзоды Камолиддини Джамолиддина на соискание ученой степени кандидата технических наук «Разработка методики прогнозирования вибрационной нагруженности оператора промышленного трактора при низкочастотном воздействии со стороны движителя на основе моделирования динамических процессов» выполнена на актуальную тему и

является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей паспорту научной специальности 2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Диссертация Мухиддинзоды Камолиддини Джамолиддина соответствует требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, а сам соискатель, решивший научную задачу разработки методики прогнозирования вибрационной нагруженности оператора промышленного трактора при низкочастотном воздействии со стороны двигателя на основе моделирования динамических процессов, заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Официальный оппонент

старший научный сотрудник отдела механики транспортных машин ФГБУН Института машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук (ИМАШ УрО РАН), доктор технических наук, +79067787698

Россия, Комсомольская ул., 34,
Екатеринбург, Свердловская обл., 620049
Тел.: 8 (343) 374-47-25
alexandr_tar@mail.ru

А.И. Тараторкин

«04» сентября 2024 г.

Подпись Тараторкина А.И. удостоверяю:
Заместитель директора по научной работе
ИМАШ УрО РАН, кандидат технических наук



И.С. Каманцев