

В диссертационный совет Д 212.298.09
при ФГАОУ ВО «Южно-Уральский
государственный университет (НИУ)»
по адресу: 454080, г. Челябинск,
пр. Ленина, 76, ауд. 1001 гл. корп.

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Прониной Юлии Олеговны, на тему
«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВИБРОЗАЩИТЫ ОПЕРАТОРА
ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАКТОРА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НА ОСНОВЕ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА НИЗКОЧАСТОТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СО
СТОРОНЫ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – «Колесные и
гусеничные машины»

На отзыв представлена диссертация общим объемом 139 стр., автореферат объемом
18 стр., основные статьи по теме диссертации.

Актуальность исследования

В современном машиностроении большое внимание уделяется вопросам безопасности, повышения качества, конкурентоспособности и высокому уровню комфорта за счет снижения общей вибронагруженности. Одной из мер, направленных на улучшение этих качеств, является повышение уровня научно-технического сопровождения проектных работ, особенно на ранних стадиях.

Наряду с необходимостью повышения основных функциональных характеристик машин, важной является проблема выполнения санитарных норм по вибрации на рабочем месте оператора.

Научная новизна работы и достоверность исследований

Научная новизна работы заключается:

1. В разработке математической модели промышленного трактора с возможностью моделирования:

- разнообразных конструкций многоопорных ходовых систем с жестким и упругим креплением опорных катков и рессорным или балочным креплением остова и гусеничной

тележки;

- внешнего кинематического воздействия, обусловленного переездом опорных катков по звеньям гусеничной цепи, опирающейся на податливое грунтовое основание;

- картины распространения вибраций по каналу «гусеница – корпус трактора – кабина – виброзащитное кресло», что позволяет на стадии проектирования получать диаграммы вибронагруженности рабочего места оператора.

2. В получении результатов лабораторных исследований динамических характеристик гидропневматических элементов подпрессоривания кабины фирмы Simrit и виброзащитного кресла Sibeco, впервые устанавливаемых на промышленном тракторе Т-11.

3. В разработке метода преобразования выборок, описывающих взаимодействие гусеничного движителя с грунтом, в функции спектральных плотностей узкополосных случайных процессов, которые используются в качестве входных воздействий в математической модели.

Теоретическую и практическую значимость работы составляют следующие положения:

1. Создана математическая модель, позволяющая исследовать процесс распространения вибрационного потока в системе «гусеничный движитель – корпус трактора – кабина – виброзащитное кресло», в том числе для перспективного промышленного трактора Т-11 Челябинского тракторного завода.

2. Выполнена идентификация параметров модели на основе результатов лабораторных исследований динамических характеристик гидропневматических элементов подпрессоривания кабины фирмы Simrit и виброзащитного кресла Sibeco, впервые устанавливаемых на промышленном тракторе Т-11.

3. Обоснована возможность применения современного стендового оборудования для определения ряда сертификационных характеристик элементов системы виброзащиты трактора путем воспроизведения случайных процессов в лабораторных условиях.

4. На основе анализа комплекса расчетных передаточных функций получены резонансные частоты динамической системы, позволяющие оценивать ее структуру.

5. На основе параметрического анализа исследовано влияние различных конструктивных факторов системы на уровень вибрационной нагруженности рабочего места оператора и разработаны предложения по обеспечению виброзащиты.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения по работе, списка литературы из 132 источников и приложения. Работа изложена на 139 листах машинописного текста, содержит 58 рисунков, 15 таблицы.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи работы, отмечены ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость, объект и предмет исследования, положения, выносимые на защиту, достоверность, реализация и апробация результатов.

Первая глава посвящена анализу состояния проблемы, выполненного на основе обзора отечественных и зарубежных литературных источников, в которых рассмотрены результаты современных медико-биологических исследований в области вибрационной защиты операторов, в частности, воздействий вибрации на организм человека, а также приведены требования стандартов, регламентирующих параметры воздействий на операторов промышленных тракторов. Изучены работы, в которых авторами предложены различные методы защиты от вибрационных воздействий, и созданы математические модели для оценки уровня вибрационной безопасности рабочих мест операторов мобильных машин.

Вторая глава посвящена созданию модели динамической системы гусеничного промышленного трактора, описывающей процесс прохождения входного сигнала по исследуемому вибрационному каналу. Сформулированы основные исходные положения и допущения модели. Выбраны обобщенные координаты. Приведена расчетная четырехмассовая схема трактора. Составлена система дифференциальных уравнений с помощью уравнений Лагранжа второго рода.

В третьей главе выполнена идентификация параметров математической модели, в которой описываются лабораторные исследования динамических характеристик элементов виброзащиты трактора Т-11, обосновывается вид и определяются значения параметров виброзащитного кресла оператора фирмы Sibeco и гидроопор кабины немецкой фирмы Simrit. Описана стендовая установка. Приведены основные характеристики вибростенда, информационно-измерительной системы. Выполнена идентификация характеристик поддрессоривания кресла оператора. Приведены частотные передаточные функции названных элементов. Обосновано допущение о линейности характеристик систем виброзащиты оператора при моделировании процесса прохождения вибрационного сигнала от источника до тела оператора с учетом малости амплитуд вибрации. Получены числовые значения эквивалентных коэффициентов жесткости и вязкости для последовательного и параллельного соединения упругого и вязкого

элементов поддрессирования кресла оператора. Показана сходимость результатов моделирования колебаний тела человека и результатов проведенного натурного эксперимента.

В четвертой главе на основе анализа имеющихся экспериментальных данных о изменении взаимных углов поворота смежных траков при движении трактора по различным грунтовым фонам предложена схема формирования циклического процесса перемещения опорного катка при перекаtywании по гусеничной цепи, лежащей на податливом грунтовым основании. Автором этот процесс был назван «бегущей волной». Автор подчеркивает наличие случайной составляющей кинематического воздействия на корпус трактора, связанной со случайным распределением податливости грунтов и различными скоростями движения трактора. Существующие нормативные документы по вибрации базируются на вероятностном подходе, в частности, санитарные нормы задаются среднеквадратическими значениями по третьоктавным полосам. Преобразование дискретных значений скорости движения трактора и угла поворота смежных траков в непрерывные случайные процессы выполнено с помощью методики, базирующейся на применении метода статистических испытаний Монте-Карло. Статистическая обработка полученной информации позволила представить кинематическое воздействие на корпус трактора со стороны гусеничного движителя в виде стационарных узкополосных случайных процессов. Приведена блок-схема реализации метода Монте-Карло.

В пятой главе выполнена реализация расчетной модели, результаты исследований получены в виде комплекса частотных передаточных функций, отображающих реакцию систему на гармоническое входное воздействие. Получены спектральные плотности ускорений элементов системы, которые в дальнейшем могут быть применены для оценки вибрационной нагруженности каждого из элементов вибрационного канала. Выполнено сравнение действующего уровня ускорений на кресле оператора в форме среднеквадратических значений ускорений с допустимым уровнем, регламентируемым санитарными нормами.

В шестой главе проведена проверка адекватности математической модели посредством сравнения результатов моделирования с результатами полевых испытаний трактора Т-11. Описывается информационно-измерительный комплекс, приводятся его характеристики, схема расположения датчиков. Приводится анализ результатов выполненных экспериментальных исследований вибраций в конструкциях трактора Т-11 и натурных исследований, проведенных другими авторами на других тракторах. Глава содержит развернутое заключение.

В седьмой главе выполнен параметрический синтез ряда конструктивных решений,

позволяющих снизить уровень передаваемых оператору возмущений, по величине которых можно оценить эффективность и соответствие виброзащиты оператора промышленного трактора требованиям СанПиН 2.2.4.3359-16, СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Анализ этих решений показал, что изменение ряда параметров системы позволит снизить уровень вибрационной нагруженности кресла оператора.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

Замечания по работе

1. Первый пункт научной новизны в большей мере содержит констатацию известного подхода. Любое исследование вибраций наземных транспортно-технологических средств основывается на таком подходе. Новым здесь является только объект исследования.

2. Принятые ограничения и допущения по исследованию динамики гусеничного промышленного трактора на базе плоской модели можно было бы считать обоснованными в случае экспериментального подтверждения отсутствия горизонтально-поперечных ускорений на кресле водителя или кабины. Непонятно, что помешало автору это сделать в ходе проведения натурного эксперимента. Утверждение о синфазном характере вертикальных колебаний кабины (с. 95 пятый пункт) не может служить убедительным обоснованием использования плоской модели динамической системы трактора.

3. На с. 9 третий абзац сверху «Достоверность полученных результатов экспериментальных исследований» должна быть обеспечена не применением современного, передового, а применением сертифицированного и поверенного оборудования.

4. На с. 96 Рисунок 6.11 осциллограммы вертикальных ускорений кабины оператора имеют неправильное обозначение по оси абсцисс. По оси абсцисс должно откладываться время.

5. Общее замечание. Введение автором нетрадиционной терминологии затрудняет общее восприятие работы. Так «Параметрическое прогнозирование» – не что иное, как параметрический синтез. «Случайный характер внешнего воздействия со стороны гусеничного движителя, обусловленного чередованием звеньев гусеницы» – периодические возмущения от взаимодействия трактов гусеницы с опорными катками тележки, и тому подобное.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным
положением о порядке присуждения ученых степеней**

Отмеченные недостатки хотя и снижают качество исследований, но они не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Диссертационная работа Прониной Юлии Олеговны является актуальной и законченной научно-исследовательской квалификационной работой. В диссертации изложены научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в решение заявленной проблемы. Разработанные методы и математические модели позволяют исследовать динамику и совершенствовать конструкции гусеничных промышленных тракторов.

Полученные автором результаты вполне достоверны, выводы достаточно обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных и расчетов.

Аннотация соответствует основному содержанию диссертации.

В целом по актуальности, научной новизне, объёму материалов, научной ценности теоретических и особенно экспериментальных исследований, а также практическому значению полученных результатов выполненная работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Пронина Юлия Олеговна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Официальный оппонент,
доктор технических наук по специальности 05.05.03,
заведующий кафедрой «Транспортные машины и двигатели»,
профессор Волгоградского государственного технического
университета (ВолГТУ)
400005, Россия, г. Волгоград,
пр-т им. Ленина, 28
тел. 8 (8442) 24-80-62
Эл. Почта ts@vstu.ru



Ляшенко Михаил Вольфредович

05.04.2018 г.

