

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный
технический университет
имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)**

Студенческая ул., д. 7, г. Ижевск, УР, 426069
тел. (3412) 77-20-22, 58-88-52,
77-60-55 (многоканальный)
факс: (3412) 50-40-55
e-mail: info@istu.ru <http://www.istu.ru>
ОКПО 02069668 ОГРН 1021801145794
ИНН/КПП 1831032740/183101001

Ученому секретарю диссертационного совета Д 212.298.09
Абызову А.А.

454080, г. Челябинск, пр. Ленина,
76, ауд. 1001

№ _____
На _____ от _____
№ _____

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Гусева Сергея Артуровича «Развитие методологии расчета и проектирования гусеничных и колесных машин для работы на радиоактивно зараженной местности», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины»

К естественному (природному) радиационного излучению человек своей деятельностью добавляет порцию опасных веществ. Угроза заражения идет от следующих техногенных объектов: предприятия атомной промышленности; ядерные полигоны; техногенные аварии; тепловые электростанции и др. Для устранения радиационного загрязнения природной среды необходимо иметь соответствующую высокоэффективную технику в виде колесных и гусеничных машин, способных устранять указанные загрязнения, обеспечивая высокой уровень противорадиационной защиты операторов и техники. Важность создания и повышения эффективности техники для работы на радиоактивно зараженной местности бесспорна. Поэтому, **актуальность диссертационной работы** Гусева С.А., направленной на повышение производительности и противорадиационной защиты колесных и гусеничных машин, работающих на радиоактивно зараженной местности, путем выбора и обоснования шасси, кабины, трансмиссии, навесного оборудования и других элементов колесных и гусеничных машин **не вызывает сомнений.**

Ключевыми проблемами работы являются:

- обзор и анализ современного состояния по теме диссертации;
- разработка основных положений предлагаемой методологии проектирования и расчета машин с противорадиационной защитой;

- исследование влияния параметров шасси, кабины, рабочего оборудования на уровень противорадиационной защиты оператора машина и оборудования;

- разработка математических моделей для анализа эффективности машин, их технико-экономического анализа и выбора основных параметров конструкции для совершенствования колесных и гусеничных машин;

- комплекс экспериментальных исследований агрегатов и также машин в целом, работающих на радиоактивно зараженной местности;

- разработка усовершенствованных конструкций машин для работы на радиоактивно зараженной местности;

- внедрение результатов научных исследований.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- разработаны и обоснованы научные положения совершенствования методик расчета, направленных на проектирование и расчет машин с противорадиационной защитой, работающих на радиоактивно зараженной местности;

- обоснованы и экспериментально подтверждены новые математические модели защиты оператора узлами шасси, рабочего оборудования и кабины;

- представлены новые результаты теоретических и расчетных исследований, направленных на совершенствование машин, работающих на радиоактивно зараженной местности;

- созданы новые конструкции колесных и гусеничных машин для устранения радиоактивных загрязнений, прошедшие комплекс экспериментальных исследований, имеющих элементы новизны;

- научно обоснованы направления совершенствования конструкций машин, работающих на радиоактивно зараженной местности.

Обоснованность правильности решения и достоверность результатов исследований подтверждаются:

- корректностью применения методов анализа и синтеза, методов механики, математической статистики и математического моделирования, теории вероятности; методы дифференциального исчисления, конечно-элементное моделирование напряженно-деформированного состояния элементов шасси, теории движения автомобиля и трактора;

- согласованностью полученных результатов теоретических и расчетных исследований с большим объемом экспериментальных данных;

- практической апробацией основных положений диссертационного исследования.

Значимость для науки и практики результатов диссертационного исследования заключается в создании методического обеспечения для исследования машин, работающих на радиоактивно зараженной местности, позволяющего проводить анализ и синтез конструкции с целью обоснования конструкций шасси, рабочего оборудования и кабины для повышения

противорадиационной защиты и производительности машин. Разработанное методическое обеспечение может быть использована в научно-исследовательских организациях и конструкторских подразделениях предприятий, занимающихся созданием колесных и гусеничных машин, работающих на радиоактивно зараженной местности.

Результаты работы в достаточном объеме опубликованы в изданиях, входящих в Перечень изданий ВАК.

Теоретические положения и результаты расчетных исследований, изложенные в диссертации, могут быть использованы в учебном процессе при подготовке студентов ВУЗов по направления «Наземные транспортно-технологические комплексы».

Общее содержание диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, шести глав, основных выводов, списка использованных источников (277 наименований) и одного приложения. Общее количество страниц в диссертационной работе 350.

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, проведен анализ степени проработанности темы диссертационного исследования, сформулированы цель работы, объект и предмет исследования. Определены границы исследования, указана методологическая и теоретическая основа исследования. Далее представлена информация о научной новизне работы, о ее практической значимости; указаны основные положения, выносимые на защиту, а также указана информация, подтверждающая обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, и информация, подтверждающая апробацию и реализацию результатов работы. Заканчивается введение указанием личного вклада автора диссертации, перечислением опубликованных работ и описанием структуры диссертации. В общем введение содержит 3-8 страницы автореферата.

В первой главе проведен анализ состояния вопроса диссертационного исследования, поставлена цель и задачи исследования. Вначале рассмотрены общие вопросы радиационного загрязнения природной среды. Далее проводится анализ специальной техники для работы на радиоактивно зараженной местности; проанализированы машины с защитой оператора от радиации; указано, что противорадиационная защита оператора и электронного оборудования колесных и гусеничных машин обеспечивается металлоемкими узлами базового шасси машины и ее рабочим оборудованием, специальной конструкцией кабины и дополнительными экранами вокруг обитаемого объема, установкой дополнительной защиты от ионизирующих излучений в виде специальных щитков, экранов, фартуков на рабочем месте и защитной одеждой оператора и другими конструктивными решениями. Затем проведен анализ особенности использования робототехнических средств с учетом их применения при ликвидации аварий на Чернобыльской и Фукусимской АЭС; отмечено, что в случае дистанционного управления роботов защита от ионизирующих излучений часто нужна не только электронным блокам управления, но и радиосигналу. Далее

представлен критический анализ достаточно большого количества работ в котором рассмотрены существующие методы расчета и проектирования машин для работы на радиоактивно зараженной местности (РЗМ). Этот анализ позволил сформулировать недостатки существующих на сегодня методик проектирования и расчета. Указано, что при работе специальной техники на РЗМ необходима специальная защита оператора (части оборудования) от радиоактивного излучения; уровень этой защиты зависит от уровня заражения местности. Далее, на основе критического анализа, формулируется цель исследования и задачи, которые необходимо решить для достижения этой цели. Заканчивается глава формулировкой 5-ти выводов.

Во второй главе рассматриваются основы теоретических исследований при проектировании машин, работающих на РЗМ. Вначале указано, что основные работы по противорадиационной защите (ПРЗ) проведены в нашей стране после аварии на Чернобыльской АЭС. Далее сформулированы основные положения методологии создания колесных и гусеничных машин (КГМ) для их работы на РЗМ: ПРЗ является подсистемой машины в общей системе «РЗМ-машина-оператор»; ПРЗ оператора рассматривается во взаимосвязи практически со всеми основными характеристиками и параметрами базовой машины и проектируется по требованиям ГОСТ; расчет и оценка параметров и характеристик базового шасси, рабочего оборудования и кабины проводится на ранней стадии проектирования; вводится оценка эффективности использования машины на зараженной территории по критерию «эффективность-затраты». Затем рассмотрены основы комплексной технико-экономической оценки КГМ и разработанная блок-схема проведения этой оценки. В дальнейшем диссертант рассматривает эффективность КГМ, используемую при выборе параметров и характеристик машины при работе на конкретной РЗМ. При этом эффективность предлагается оценивать тремя критериями: максимум производительности, максимум времени работы и минимумом приведенных затрат на единицу выполненной работы. Далее автор предлагает методику проектирования и расчета КГМ, представленную в основном описательно и в виде блок-схемы: выбор базового шасси; расчет ПРЗ узлами машины (определение уровня ПРЗ защитного экрана шасси и рабочего оборудования; оценка ПРЗ стенками кабины; оценка общего уровня защиты оператора КГМ от ионизирующих излучений); определение оптимальных и рациональных технических параметров машины при установке защиты (изменение передаточных чисел трансмиссии; изменение по рабочему оборудованию; проведение тяговых, прочностных и других расчетов по узлам трансмиссии, несущей и ходовой системам; оценка эффективности полученной КГМ с ПРЗ по критерию «эффект-затраты»). Заканчивается глава формулировкой 6-ти выводов.

В третьей главе рассматривается взаимное влияние параметров шасси, рабочего оборудования, кабины на уровень противорадиационной защиты. Вначале рассматривается методика оценки защищенности оператора узлами шасси; проводится исследование влияния различных параметров шасси на противорадиационную защиту, при этом рассматривается шасси колесной грузовой машины и шасси гусеничного трактора, а также вопрос сходимости результатов

предлагаемой методики с расчетами по ГОСТ и экспериментом. Далее проводится расчет защиты оператора узлами рабочего оборудования, и анализируется влияние параметров этого оборудования на эффективность защиты. Затем рассматривается методика защиты оператора от кабины: анализируется зависимость массы кабины от базового шасси для гусеничных и колесных машин; определяются толщины стенок кабины, в зависимости от ее массы, объема, конструкции стенок и размещения экипажа; рассчитывается внутренний объем кабины; расчет уровня ПРЗ кабины с разной толщиной стенок; проводится анализ конструкций стенок кабины из разных материалов; анализ зависимости уровня ПРЗ кабины от количества и размещения экипажа; проверка сходимости основных параметров реальной кабины и рассчитанных по предлагаемой методике. Заканчивается глава формулировкой 4-х выводов.

В четвертой главе представлен выбор рациональных базовых технических параметров машин с учетом установки ПРЗ, а именно рассматриваются технические параметры и общая компоновка для гусеничной машины и для колесной машины. Проводится анализ связи технических характеристик с габаритно-массовыми параметрами машин. Далее представлен анализ установки ПРЗ на производительность машин и рассматриваются: сопротивление движению и буксование КГМ; тяговый КПД и оптимальные тяговые усилия. Представлен расчет параметров рабочего оборудования в зависимости от массы машины с учетом ПРЗ, расчетные исследования влияния ПРЗ на прочностные характеристики шасси, а также расчетно-экспериментальная оценка производительности машин. Проведена оценка влияния схемы привода грузового автомобиля на его производительность и технико-экономическая оценка машины с ПРЗ. Заканчивается глава формулировкой 7-ми выводов.

В пятой главе представлены экспериментальные исследования параметров и конструкций КГМ с защитой от радиации. Работы по экспериментальному исследованию разбиты на этапы: на первом этапе определялись общие уровни ПРЗ конкретной техники от различных облучателей; на втором этапе оценивались технические параметры и характеристики машин (прежде всего тяговые и производительность); на третьем этапе при работе бульдозерно-рыхлительного агрегата (на транспортном и рабочем режимах на разных грунтах) оценивались прочностные характеристики машин; на четвертом этапе проводилась оценка ПРЗ кабин, а также оценка качества их изготовления методом гаммаграфии. На начальном этапе сформулированы цель, объекты и методика испытаний. Далее рассмотрены основные положения методики испытаний; определены уровни защиты узлами машины от радиации на установках «Имитатор» и «Арка»; проведена проверка противорадиационной защиты кабины на плоском гамма-облучателе; оценено качество изготовления кабин; проведена проверка качества изготовления защитного экрана кабин. Представлены результаты экспериментов по оценке защиты конкретных машин, которые прошли сравнение с результатами теоретических исследований. Проведены тяговые испытания и испытания производительности различных типов машин с механической и гидромеханической трансмиссиями, а испытания бульдозеров проведены с электромеханической трансмиссией. Проведена эксперименталь-

ная проверка на прочность шасси КГМ. Заканчивается глава формулировкой 5-ю выводами.

В шестой главе представлена информация о внедрении результатов исследований и предложены новые технические решения и перспективные направления по совершенствованию КГМ с ПРЗ. Вначале представлено определение максимально возможного уровня ПРЗ и рекомендации по повышению защиты (мероприятия по базовому шасси, повышающие уровень защиты оператора; мероприятия по защите кабины). Рассмотрены вопросы выбора рациональных передаточных чисел трансмиссии при установке ПРЗ, оценена эффективность КГМ, проведен выбор рабочего оборудования для различных типов КГМ с учетом ПРЗ. Далее приводятся практические рекомендации по доводке КГМ с ПРЗ; по доработке конструкции шасси машин; по конструкции и технологии изготовления защитной кабины; по конструкции радиоуправляемой техники. Представлены примеры эффективности конкретных КГМ при работе на радиоактивной зараженной местности; расчет рациональных параметров при работе КГМ на заданной на радиоактивной зараженной местности. Представлена оценка применения результатов диссертационного исследования. Заканчивается глава формулировкой 8-и выводов.

Общие замечания по диссертационной работе:

1. Основные выводы по диссертационной работе громоздки. Каждый вывод до 70 % и более констатирует информацию о том, что было выполнено в работе. Это привело к необоснованному объему выводов на 5 страницах.

2. Автор берет для оценки эффективности КГМ три критерия; производительность, время работы и приведенные затраты на единицу выполненной работы. А может вместо производительности и времени работы необходимо брать один критерий – объем выполненной работы? Чтобы найти объем работы, надо производительность умножить на время выполнения данной работы. Это позволит уйти от противоречивости двух критериев. Каким образом определяется оптимальное решение по трем противоречивым критериям?

3. Некоторые расчеты проводятся по упрощенным формулам, например, расчет внутреннего объема кабины. Современные компьютерные системы трехмерного моделирования позволяют определять достаточно быстро и точно количество металла, объемы, моменты инерции и другие параметры по трехмерным геометрическим моделям.

4. Ошибочно указано, что тяга КГМ в основном определяется мощностью двигателя, хотя тяговое усилие нам дает момент двигателя.

5. Примененная формула расчета коэффициента буксования от коэффициента сцепления (рис. 4.5) неверно описывает физику процесса буксования колесной машины. Непонятно, почему коэффициент сцепления движителя с опорной поверхностью φ (стр. 149) называется удельным тяговым усилием.

6. Требуют пояснения графики зависимостей коэффициентов КПД от коэффициента сцепления φ (рис. 4.6). Почему при высоких значениях коэффициента сцепления КПД резко снижается и уходит в ноль? Может функциональные зависимости неправильные?

