

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

Ганжи Владимира Александровича

«Система методов измерительного контроля силовых параметров снегоочистительного оборудования с дисковым инструментом», представленную на соискание учёной степени **доктора технических наук** по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Актуальность темы

Актуальность темы диссертационной работы определяется необходимостью совершенствования качества содержания автомобильных дорог и аэродромов в зимний период, увеличением объемов работ по содержанию этих объектов в пригодном для безопасной эксплуатации состоянии.

В связи с этим диссертационная работа Ганжи Владимира Александровича, посвященная повышению эффективности работы снегоуборочной техники, *соответствует критерию «Актуальность исследования».*

Степень обоснованности и достоверности

Обоснованность и достоверность результатов, выводов и рекомендаций, приведённых в рецензируемой работе подтверждается:

- использованием статистических данных, полученных из достоверных источников. Результаты достоверны, так как получены в результате анализа теоретических исследований и подтверждены сходимостью результатов с данными других исследований;

- комплексном использовании системы основных и ряда вспомогательных методов измерительного контроля, методики экспериментальных исследований и методики расчета, обеспечивает получение наиболее полной измерительной информации;

- обоснованием применения измерительный пенетрационный прибор – твердомер конструкция которого защищена патентами РФ на изобретение, соответственно № 2350923 и № 2550375;

- обоснованием метода лабораторных экспериментальных исследований процесса взаимодействия дискового режущего инструмента с разрушаемой средой с использованием нового стенда, обоснованием метода градуировки тензометрических элементов, реализуемый посредством использования предлагаемой в работе измерительной установки – стенда, конструкция которого защищена патентом РФ на изобретение № 2500983;

- обработкой полученных экспериментальных данных надежными методами математической статистики и теории вероятности.

Достоверности получаемых результатов также способствовало использование в качестве режущего инструмента - полноразмерных дисковых резцов, а в качестве разрушаемого материала - натуральных образцов природной среды, что делало условия проведения лабораторных экспериментальных исследований максимально приближенными к реальным условиям эксплуатации снегоочистительного оборудования.

Научная новизна и практическая значимость результатов диссертации, возможные пути их использования

Полученные в диссертационной работе результаты исследований являются новым вкладом в решение важной научно-технической проблемы, а именно: повышению безопасности дорожного движения, путём совершенствования методов расчёта рабочих органов машин для зимнего содержания дорог. Цель исследования работы: повышение эффективности мероприятий зимнего содержания автомобильных дорог и аэродромов для обеспечения безопасной и бесперебойной работы этих объектов, связанное с повышением точности измерения прочности снежно-ледяных отложений на дорожных и аэродромных покрытиях.

Новыми научными результатами диссертации, впервые полученными автором, являются:

1. Разработан метод оперативного полевого контроля прочности (несущей способности) уплотненного снежно-ледяного покрова грунтовых аэродромов и автодорог с точностью, более высокой, по сравнению с результатами, получаемыми при использовании известных приборов, на основе новой конструкции измерительного прибора - твердомера (Глава 2. Разделы 2.4 и 2.5).
2. Разработана система методов измерительного контроля силы сопротивления твердых сред, в частности прочных снежно-ледяных отложений, механическому разрушению полноразмерным дисковым режущим инструментом с использованием нового аналогового измерительного преобразователя на основе тензометрического элемента ИП-1 (Глава 3. Разделы 3.3.1 и 3.3.2).
3. Разработана система методов измерительного контроля силы сопротивления твердых менее прочных сред, в частности уплотненного снега, механическому разрушению рабочими органами отвального типа; с использованием нового аналогового измери-

тельного преобразователя на основе тензометрического элемента ИП-2 (Глава 3. Разделы 3.3.3 и 3.3.4).

4. Разработана методика расчета сил, возникающих на дисковом резце при резании прочных снежно-ледяных отложений, позволяющую на стадии проектирования определять рациональные геометрические и технологические параметры дискового режущего инструмента и оснащаемого им оборудования, обеспечивающие минимальную энергоемкость процесса при высокой производительности этого оборудования (Глава 5 Разделы 5.1 и 5.2);
5. Разработана методика лабораторных экспериментальных исследований с использованием лабораторного стенда для испытания рабочих органов дорожных машин, процесса взаимодействия режущего (рабочего) инструмента (в частности, дисковых резцов) с разрушаемой средой. (Глава 3. Раздел 3.2.1)
6. Экспериментально определены зависимости процесса взаимодействия дискового режущего инструмента с прочными снежно-ледяными отложениями при различных значениях угла заострения инструмента, скорости резания, температуры окружающей среды, влияющей на прочность разрушаемого материала и радиуса закругления рабочей кромки инструмента; (Глава 4)
7. Разработан информационно-измерительный комплекс, обеспечивающий получение, преобразование, регистрацию и хранение сигналов измерительной информации с возможностью их последующей обработки (Глава 6).
8. Разработана измерительная установка – стенд для градуировки тензометрических элементов и метод градуировки тензометрических элементов с использованием данного стенда; (Глава 3. Раздел 3.4)
9. Предложено аналитическое выражение для расчета показателя прочности (несущей способности) уплотненного снежно-ледяного покрова грунтовых автодорог и аэродромов в зависимости от глубины погружения в испытуемый материал индентора конической формы, геометрические параметры которого также обоснованы в рамках данной работы (Глава 2. Раздел 2.3);
10. Сформировано новое направление в области средств и методов измерительного контроля силовых параметров технических систем, в частности силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию полноразмерным дисковым инструментом, предполагающее использование полученной измерительной ин-

формации при разработке и создании высокоэффективного снегоочистительного оборудования, оснащаемого таким инструментом (Глава 3 и Глава 5).

Практическая значимость результатов данного диссертационного исследования заключается в том, что автором:

- разработан комплекс средств измерительного контроля природной среды и изделий, методы и методики их использования, обеспечивающие определение прочности (несущей способности) снежно-ледяных покрытий, а также силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию дисковым режущим инструментом, имеющим различные геометрические параметры, при изменяющихся значениях скорости, глубины и шага резания (Глава 6. Раздел 6.6);

- установлены экспериментально, закономерности изменения силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию полноразмерным дисковым режущим инструментом в зависимости от угла заострения инструмента, скорости резания, температуры окружающей среды, влияющей на прочность разрушаемого материала и радиуса закругления рабочей кромки инструмента при изменяющихся параметрах среза (Глава 4. Разделы 4.2-4.6);

- создана учебно-научная лаборатория «Мерзлотоведение и испытания рабочего оборудования машин нефтегазового комплекса в условиях низких температур», основой материально-технической базы, которой стали средства измерительного контроля природной среды и изделий, представленные в данной работе (Глава 3. Раздел 3.6)

Результаты выполненных исследований имеют практическую ценность для науки и промышленности, так как конструкция нового твердомера и его модернизированной версии защищены патентами РФ на изобретение, соответственно № 2350923 и № 2550375. Данные технические решения внедрены в ФГКУ «СПСЧ ФПС по Красноярскому краю» для использования в рамках мероприятий технического обеспечения подразделений, а также в ЗАО «Спецтехномаш», как изделие, имеющее потенциал для серийного производства. Конструкция измерительной установки защищена патентом РФ на изобретение № 2429459. Данное техническое решение внедрено в учебный процесс Сибирского федерального университета. Конструкция измерительного преобразователя ИП-2 защищена патентом РФ на изобретение № 2461809. Данные технические решения в составе лабораторного стенда внедрены в учебный процесс Сибирского федерального университета. Конструкция стенда защищена патентом РФ на изобретение № 2500983. Данное

техническое решение внедрено в учебный процесс Сибирского федерального университета. Конструкции оборудования для разрушения снега, защищенные патентами РФ на изобретение № 2396389 и № 2487970. Результаты внедрены на ГП КК «Дорожно-эксплуатационная организация».

Теоретическая часть и методика проведения расчётов внедрена в а ГП КК «Дорожно-эксплуатационная организация» и в ООО «Аэропорт Емельяново». Результаты работы применяются в учебном процессе Сибирского федерального университета.

Таким образом, рассматриваемая диссертационная работа *соответствует критериям «Научная новизна» и «Практическая ценность»*. Научные положения и выводы диссертационной работы Ганжи Владимира Александровича *обоснованы и достоверны*.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы, включающего 214 наименований и двенадцати приложений. Основная часть работы изложена на 410 страницах машинописного текста. Работа содержит 139 рисунков и 43 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, показана степень ее разработанности, сформулированы основная идея работы, ее цели и задачи, определены основные положения, выносимые на защиту, показана новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе приведена классификация снежно-ледяных отложений формирующихся или формируемых искусственно на дорожных и аэродромных покрытиях, описаны условия такого формирования, представлены сведения об основных физико-механических свойствах снежно-ледяных отложений как строительного материала, в случае зимнего содержания дорожных и аэродромных покрытий под слоем уплотненного снега, и как материала для разрушения, при содержании данных покрытий методом механической очистки, с последующим удалением продуктов разрушения.

Приведены также сведения об использующихся при зимнем содержании дорог и аэродромов, средствах и методах контроля основных показателей качества снежно-ледяных покрытий, а также сведения о средствах и методах предотвращения и устранения снежно-ледяных отложений, обозначены недостатки этих средств и методов. Обоснована необходимость разработки измерительного прибора и метода оперативного полевого контроля с его использованием, прочности (несущей способности) уплотненного снежно-

ледяного покрова грунтовых аэродромов и автодорог с точностью, более высокой, чем у приборов, используемых на практике. Определены основные требования к разрабатываемому прибору: конструктивная простота, надежность, простота эксплуатации и технического обслуживания, сохранение работоспособности в условиях низких температур. Дано обоснование потребности в средствах и методах измерительного контроля силовых параметров высоко-эффективного снегоочистительного рабочего оборудования на стадии его проектирования, сформулированы цель, идея и задачи диссертационной работы.

Во второй главе дается обоснование выбора прототипа разрабатываемого прибора контроля прочности уплотненного снежно-ледяного покрова грунтовых аэродромов и автодорог. Разрабатываются предложения по изменению его конструкции на основании проведенных экспериментальных исследований. Оценивается точность получаемых результатов, в том числе и относительно приборов, применяемых в настоящее время.

В третьей главе диссертации приводится обоснование выбора режущего инструмента, применение которого в конструкциях такого оборудования предлагается как способ повышения его эффективности, приводится описание конструкций комплекса средств измерительного контроля: измерительных установок, измерительных преобразователей, а также методов и методик их использования с целью определения на стадии разработки в лабораторных условиях, рациональных, с позиции минимизации энергозатрат и повышения производительности, конструктивных и технологических параметров высокоэффективного снегоочистительного оборудования. В тексте Главы 3 представлена номенклатура мероприятий ТО механической и электрической частей стенда, подробно описан порядок выполнения работ на стенде с указанием соответствующих мер производственной безопасности. Также в материалах данной главы дается подробное обоснование формирования схем измерительных блоков каждой из составляющих измеряемой силы. Структурой каждого измерительного блока сводится к минимуму взаимное влияние указанных составляющих друг на друга, а также обеспечивается схемная компенсация температурного приращения сопротивлений тензорезисторов, входящих в состав измерительных блоков, дается обоснование выбора материала для изготовления тензометрических тяг, обоснование формирования схем измерительных блоков каждой из составляющих измеряемой силы.

В четвертой главе представлены основные результаты экспериментальных исследований, полученные при последовательной реализации четырех различных методов, предназначенных для определения различных па-

раметров взаимодействия дисковых рабочих органов со льдом и снежными накатами. Для каждого из этапов лабораторных экспериментальных исследований подробно описаны условия проведения эксперимента: геометрические и прочностные характеристики испытуемого инструмента, его диапазоны применения. На основании статистически обработанных результатов всех испытаний, предусмотренных программой эксперимента для каждого этапа исследований, построены графические зависимости: горизонтальной, боковой и вертикальной составляющих силы сопротивления резанию от скорости резания, шага резания, температуры окружающей среды, степени затупления резца, графики зависимости удельной энергоемкости исследуемого процесса от скорости резания;

Пятая глава данной работы посвящена описанию математической модели процесса взаимодействия дискового резца с прочными снежно-ледяными отложениями, на основании которой разработана упомянутая выше методика расчета. Также представлена расчетная схема сил, действующих на дисковый резец с непрерывным односторонним клиновым ободом, в процессе блокированного резания разрушаемой среды, описан порядок выполнения действий при использовании данной методики, предложены конечные выражения для расчета горизонтальной, вертикальной и боковой составляющих силы сопротивления прочных снежно-ледовых образований резанию дисковым инструментом, приведены примеры расчета указанных составляющих контролируемой силы для блокированного и полублокированного режимов резания.

В шестой главе представлены краткие рекомендации по применению предложенных в работе метода измерительного контроля прочности (несущей способности) снежно-ледяных дорожных и аэродромных покрытий, методов измерительного контроля силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию дисковым инструментом, и силы сопротивления уплотненного снега резанию отвалом, метода градуировки тензометрических элементов, приведены схемы реализации каждого из указанных методов, реализуемых посредством использования соответствующих средств измерительного контроля, разработанных в рамках данной диссертации. Также представлена схема реализации методики лабораторных экспериментальных исследований процесса взаимодействия режущего инструмента с разрушаемой средой с использованием измерительной установки – лабораторного стенда.

Характеристика диссертации в целом. Структура диссертации имеет классический вид для работ по оценке эффективности работы рабочих органов машин для зимнего содержания дорог. Описание материала исследова-

ний Владимиром Александровичем изложено научно и технически грамотно. Это облегчает знакомство с работой и понимание сути проведенных исследований. Главы логично переходят друг в друга и заканчиваются выводами, что помогает восприятию работы как единого и законченного исследования. Графики и таблицы информативны. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Замечания

1. Утверждение автора о том, что им впервые предложена методика расчета значений силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию дисковым режущим инструментом, является не корректным. Ту или иную методику расчёта значения сил резания применяли все авторы, описывающие взаимодействие рабочего органа со снежно-ледовыми образованиями. Правильнее было бы сказать, что разработана методика расчета значений силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию дисковым режущим инструментом, отличающаяся тем, что для получения результатов использовался метод измерительного контроля силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию полноразмерным дисковым тангенциальным инструментом.

2. Автором при разработке измерительного прибора особое внимание уделялось его преимуществам перед ударниками СОЮЗДОРНИИ и НИАС. Сравнение конструкции предложенного ударника, с конструкцией ударника КИСИ не проводилось, хотя ряд авторов работ, упомянутых в разделе «Степень разработанности темы, такие как А.Р. Пуртов, А.М. Соколов в своих работах опирались на данные, полученные при резани снега и льда ударником последнего типа.

3. В городских условиях разработка чистого снега и льда является практически нереальным событием, так как поверхность дороги периодически обрабатывается песко-соляной смесью. К сожалению, в представленной работе данные о влиянии процентного содержания песка в снежно-ледовых накатах на величину силы резания не приведены.

4. Снежно-ледовые отложения на поверхности дорог имеют незначительную толщину, поэтому существенное влияние на изменение величины силы резания оказывает неразрушаемая подстилаемая поверхность. Поэтому допущение, сделанное автором, о том, что разрушаемые отложения представляют собой однородные объекты, толщина которых влияет на изменение величины силы резания только исходя из геометрических параметров забоя, требует применения дополнительных доказательств, или указания ограниче-

ний, например, что полученные результаты могут быть использованы при строительстве автозимников.

5. Экспериментальная часть работы была связана с разрушением объектов из пресноводного льда и парафина. Экспериментальные исследования по резанию уплотнённого снега, а соответственно и оценка точности предложенной модели при удалении снежного наката в представленной работе отсутствуют.

6. Работа перенасыщена техническим подробностями разработки стенда, датчиков и методики проведения экспериментальных исследований. При этом описанию разработки методов исследования уделяется гораздо меньше внимания.

7. Приведённые автором зависимости по изменению параметров резания при затуплении резца напрашивается дополнить параметром скорости затупления от температуры окружающей среды и параметров резания, для того, что бы иметь возможность оценить периодичность замены дисков в реальных условиях эксплуатации.

8. В тексте имеются отдельные погрешности редакционного характера, не искажающие смысл изложенного материала.

Отмеченные замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации и не ставят под сомнение значимость проведённых исследований.

Публикации

Количество публикаций по теме диссертации в виде 4 монографий, 65 статей в том числе 17 в журналах, входящих в перечень ВАК, 8 патентах говорит о достаточной апробации основных положений диссертации. В публикациях Ганжи Владимира Александровича подробно раскрываются все части его диссертации.

Соответствие содержания диссертации и реферата

Название диссертации соответствует её содержанию. Диссертация оформлена в соответствии с нормативными требованиями к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук. Изложение материала ясное для понимания положений работы специалистами. По содержанию диссертация соответствует специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Автореферат диссертации отражает основные положения и результаты диссертационного исследования.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности

Тема и содержание диссертационной работы полностью соответствует специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий». Поставленная цель по повышению эффективности работы рабочих органов машин для зимнего содержания дорог и совершенствованию методов контроля параметров их взаимодействия с разрабатываемой средой согласуется с паспортом специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Автору принадлежат: постановка цели и формулирование задач научной работы, разработка методов измерительного контроля природной среды и изделий, создание и ввод в эксплуатацию ряда средств реализации указанных методов, формулирование тем и разработка методики экспериментальных исследований, организация и личное участие в их проведении, математическая и статистическая обработка экспериментальных данных, формулирование основных выводов и рекомендаций.

7. Общее заключение

Диссертация выполнена автором самостоятельно. Работа содержит новые научные результаты в области исследования, обеспечившие решение научной проблемы - разработки и создания методологии измерительного контроля силовых параметров дискового режущего инструмента и оснащаемого им высокоэффективного снегоочистительного оборудования, имеющей, на современном этапе освоения северных и арктических территорий, важное хозяйственное значение для предприятий, обеспечивающих зимнее содержание дорожных и аэродромных покрытий, что полностью соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и в достаточной мере отражает основные научные положения, выводы и рекомендации, научную и практическую значимость работы.

Следует отметить, что текст работы имеет ясное изложение, хорошо поставленным, грамотным техническим русским языком, с использованием терминов, понятий и определений, принятых в нормативно-технической документации и научно-технической литературе.

Замечания, приведенные выше, носят преимущественно рекомендательный характер и ни в коей мере не снижают значимости представленной работы для науки, техники и производства.

На основании сказанного выше считаю, что диссертационная работа «Система методов измерительного контроля силовых параметров снегоочи-

стительного оборудования с дисковым инструментом», а также автореферат данной работы, соответствуют паспорту специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842, а ее автор Ганжа Владимир Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени **доктора технических наук** по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Официальный оппонент:

Молев Юрий Игоревич

доктор технических наук, доцент,

(05.22.10 □ Эксплуатация автомобильного транспорта),

профессор кафедры «Строительные и дорожные машины»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный

технический университет им. Р.Е. Алексеева»

603950, г. Нижний Новгород,

ул. Минина, 24.

т. 8-903-609 -20-16,

E-mail: moleff@yandex.ru

Я, Молев Юрий Игоревич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

«17» сентября 2019

МП

 (подпись)

Подпись д.т.н., профессора Ю.И. Молева заверяю

Ученый секретарь

ФГБОУ ВПО Нижегородский

Государственный технический университет

им. Р.Е. Алексеева



 И.Н. Мерзляков