

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Алешкова Дениса Сергеевича

«Развитие научных основ проектирования роторных снегоочистителей», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.11. – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

### Актуальность избранной темы

Две трети территории Российской Федерации более 6 месяцев зимой покрыты снегом. Неотъемлемой частью холодного периода года являются интенсивные снегопады затрудняющие транспортное сообщение. В северных широтах и в Сибири находятся богатые месторождения полезных ископаемых, необходимых для развития экономики страны. Поэтому интенсификация процессов освоения Арктических территорий Российской Федерации и решение задач, определенных в национальном проекте «Безопасные и качественные автомобильные дороги» требует создания и совершенствования машин для обеспечения снегоочистительных работ и бесперебойного транспортного сообщения.

В связи с этим диссертационная работа Алешкова Дениса Сергеевича, посвященная повышению эффективности проектирования роторных снегоочистителей, соответствует критерию «Актуальность исследования».

### Степень обоснованности достоверности

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

- корректностью принятых допущений;
- адекватностью совокупности математических моделей и корректностью использования методов имитационного моделирования;
- Проведением необходимого объема экспериментальных исследований и грамотной обработкой полученных данных;
- отсутствием противоречий с ранее проведенными, и проводимыми в настоящее время исследованиями других ученых по разрабатываемой тематике.

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: уменьшению удельной энергоемкости роторных снегоочистителей путем совершенствования их конструкции и методики их проектирования.

К новым научным результатам диссертации, впервые полученных автором, относятся:

1. Базируясь на концепции того, что конструкция роторного снегоочистителя есть результат объединения элементов, образующих множества питателей, метательных аппаратов и базовых машин, были определены отношения эквивалентности и порядка, на основе которых проведена параметрическая систематизация существующих конструкций, представленная в виде упорядоченного графа (Глава 1. Раздел 1.2).

2. Совокупность математических моделей описания процесса транспортирования снежной массы, при проведении снегоочистных работ, подсистемами роторного снегоочистителя (Глава 2. Разделы 2.1-2.3 и Глава 5. Раздел 5.2).

3. Профиль лопасти ротора метательного аппарата, обеспечивающий максимум скорости снежной частицы (Глава 2. Раздел 2.2).

4. Алгоритм методики проектирования рабочего оборудования роторного снегоочистителя (Глава 3. Раздел 3.6).

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

- даны практические рекомендации и технические решения для создания перспективных конструкций роторных снегоочистителей (Глава 3. Разделы 3.2 – 3.7 и Глава 5. Раздел 5.3).

- получены новые экспериментальные данные, позволяющие снизить удельную энергоемкость конструкций подсистем роторного снегоочистителя на 18 - 40%. (Глава 4. Разделы 4.1 – 4.2).

На предложенные конструктивные решения получены 3 патента на полезную модель. Инженерная методика проектирования рабочего оборудования роторного снегоочистителя внедрена в ООО «Интеллектуальные технологии машиностроения «Машины специального назначения»».

## Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Оценка достоверности основных выводов проведена автором на основании результатов теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе.

Достоверность результатов обеспечена качеством применявшихся методов обработки статистических данных и сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

1. **Первый вывод** о том, что на основе сформулированной автором концепции роторного снегоочистителя и проведенной им параметрической систематизации были разработаны обобщенные кинематические соотношения одно, двух и трехступенчатых роторных снегоочистителей подтверждается приведенным текстом первой главы исследований.

2. Приведенные **во втором выводе** сведения о том, что автором разработана совокупность математических моделей, описывающих процесс проведения снегоочистных работ роторным снегоочистителем, а так же установлены зависимости энергоэффективности работы основных подсистем роторного снегоочистителя и получена оптимальная конфигурация лопасти ротора метательного аппарата роторного снегоочистителя, обеспечивающая максимальную скорость снежной частицы при ее сходе с лопасти ротора, подтверждаются текстом главы 2, представленной работы.

3. Приведенные **в третьем выводе** сведения о том, что автором подтверждены адекватность математической модели, работоспособность и эффективность предложенных инженерных решений, теоретически обоснованы диапазоны значений основных конструктивных и технологических параметров подсистем роторного снегоочистителя, установлено их влияние на энергоэффективность его работы, подтверждаются расчетами третьей и экспериментальными исследованиями четвертой глав.

4. Содержащиеся **в четвертом выводе** сведения об энергоэффективной конструкции рабочего органа роторного снегоочистителя, адекватности ее математической модели подтверждаются проведенными расчетами и экспериментальными исследованиями, представленными в пятой главе.

5. Положения пятого вывода о направлениях дальнейших исследований подтверждается текстом первой и пятой глав.

Таким образом, рассматриваемая диссертационная работа соответствует критериям «Научная новизна» и «Практическая ценность». Научные положения и выводы диссертационной работы Алешкова Дениса Сергеевича обоснованы и достоверны.

### Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов по работе, списка литературы из 186 наименований, общим объемом 296 страниц основного текста и приложений на 25 страницах.

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, определены цель и задачи исследования дается представление о методах исследований, о научной новизне работы, достоверности и практической значимости результатов исследований, излагается краткое содержание диссертации и полученных результатов, приводятся положения, выносимые на защиту, сведения об апробации работы и публикациях

**В первой главе** проведен анализ научно-технической информации по теме исследования. Проведена параметрическая систематизация множества роторных снегоочистителей и намечены тенденции их развития.

В результате проведенного анализа намечены направления расчетно-теоретических и экспериментальных исследований. Сформулированы цель и задачи работы.

**Вторая глава** посвящена математическому моделированию рабочего процесса, основанному на основных положениях теоретической механики и дорожных машин в процессе их взаимодействия со снежной массой.

Разработанная совокупность математических моделей корректно описывает сложный динамический процесс транспортирования снежной массы роторным снегоочистителем.

На их основе была продемонстрирована возможность перехода от горизонтально расположенной фрезы питателя к произвольно ориентированной в пространстве, на примере вертикальной фрезы питателя роторного снегоочистителя.

Отличительной особенностью работы, является описание перехода на основании полученных уравнений, описывающих математическую модель подсистем роторного снегоочистителя, к уравнениям Эйлера и получения на их основе новых конструктивных образов этих подсистем, на примере ротора метательного аппарата роторного снегоочистителя.

Все полученные математические модели отдельных подсистем образуют, выбором соответствующих граничных условий, взаимосвязанную совокупность математических моделей работы роторного снегоочистителя.

**В третьей главе** дается обоснование критерия эффективности высшего иерархического уровня, за который была принята удельная энергоэффективность работы подсистем роторного снегоочистителя.

Представлены теоретические исследования влияния угловой скорости вращения фрезы питателя, угла захода ленты фрезы питателя, числа заходов фрезы, вида транспортируемой снежной массы, на энергоэффективность процесса транспортирования снежной массы в питателе роторного снегоочистителя, а так же получена оценка влияния конструктивных и технологических параметров роторного снегоочистителя на формирование снежных валов.

Получены уравнения регрессии, зависимости необходимой мощности на транспортирование снежной массы в питателе и производительности питателя в зависимости от угловой скорости вращения, угла захода ленты фрезы и характера снежной массы. Описан алгоритм инженерной методики проектирования фрезерно-роторных снегоочистителей.

**Четвертая глава** посвящена экспериментальным исследованиям работы фрезерно-роторного снегоочистителя. В результате проведенных исследований получены значения параметров воздушных потоков в плоскости загрузочного окна, которые совпали с результатами численного моделирования на ЭВМ. Установлены значения кинематических параметров роторного снегоочистителя, при которых уже необходим учет действия аэродинамических сил, так же были уточнены значения численных параметров, входящих в математические модели роторного снегоочистителя.

Был проведен активный однофакторный эксперимент, направленный на исследование механизма образования снежных валов в процессе работы роторного снегоочистителя. Получены зависимости количества частиц и их суммарных масс в зависимости от расстояния отброса снежной массы.

**В пятой главе,** представлено описание перспективной энергоэффективной конструкции рабочего органа роторного снегоочистителя. Получена ее математическая модель, проведен теоретический анализ условий применения новой конструкции роторного снегоочистителя. Проведена экспериментальная оценка эффективности работы перспективной конструкции рабочего органа роторного снегоочистителя. Полученные результаты подтвердили адекватность математической модели и показали превышение энергоэффективности предлагаемой конструкции по сравнению с существующей конструкцией питателя фрезерно-роторного снегоочистителя на 12%.

Характеристика диссертации в целом. Структура диссертации имеет классический вид для работ по оценке эффективности работы технологических машин при выполнении ими различных технологических операций. Описание материала исследований Алешкова Дениса Сергеевича изложено научно и технически грамотно. Это обеспечивает легкость восприятия сути проведенных исследований. Содержание глав упорядочено в стройной логичной последовательности, каждая из которых заканчивается выводами, что помогает восприятию работы как единого и законченного исследования. Графики и таблицы информативны.

### Замечания

1. Автор, при рассмотрении вопросов классификации и параметрической систематизации, предлагает использовать методы кластерного анализа и демонстрирует возможности это на примере. Стоило бы применить его ко всем классификационным признакам, упоминающимся в работа.
2. В работе автор достаточно полно демонстрирует решение вариационной задачи применительно к лопасти ротора, при этом упускает какой метод численного решения, представленного уравнения, был использован.
3. Автором получена оптимальная конфигурация лопасти ротора метательного аппарата роторного снегоочистителя, обеспечивающая максимум скорости снежной частицы при сходе ее с лопасти, и выражение, описывающее ее профиль, однако следовало бы уточнить какой конфигурации будет лопасть при других радиусах ротора метательного аппарата.
4. При описании математической модели формирования снежных валов при работе роторного снегоочистителя, следовало бы отметить, какое влияние будет оказывать на характер формирования снежного вала совместная работа нескольких роторных снегоочистителей.
5. Автор впервые обосновывает влияние геометрических размеров очищаемой территории на выбор типоразмерной группы, стоило бы привести примеры предлагаемых технологических схем проведения снегоочистительных работ с учетом знаний, полученных автором.

Отмеченные замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертационной работы и не ставят под сомнение значимость проведенных исследований.

### Публикации

Автором по теме диссертации опубликовано 29 печатных работ, в том числе в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки 12 статей, 3 статьи в изданиях, включенных в базу данных Scopus, а так же получено три патента на полезную модель и одно свидетельство о регистрации программного продукта, что говорит о достаточной апробации основных положений диссертации. В публикациях Алешкова Дениса Сергеевича подробно раскрываются все части его диссертации.

### Соответствие содержания диссертации и автореферата

Название диссертации соответствует ее содержанию. Диссертация оформлена в соответствии с нормативными требованиями к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук. По содержанию диссертация соответствует специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

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

### Соответствие содержания диссертационной работы паспорту специальности

Тема и содержание диссертационной работы полностью соответствует специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы». Поставленная цель работы: Повышение энергоэффективности роторного снегоочистителя соответствует п. 2 и п. 5 паспорта специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

### Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Соискателем лично на основе теоретических и экспериментальных данных получены закономерности, устанавливающие связь между конструктивными и технологическими параметрами роторного снегоочистителя и критерием эффективности.

### Общее заключение

Работа выполнена автором самостоятельно. Замечания, изложенные выше, носят преимущественно рекомендательный характер и ни в коей мере не снижают значимости представленной работы для науки и техники.

Диссертация Алешкова Дениса Сергеевича на соискание ученой степени доктора технических наук является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение крупной научно-технической проблемы совершенствования проектирования роторных снегоочистителей, имеющей важное народно-хозяйственное значение.

На основании сказанного выше диссертационная работа «Развитие научных основ проектирования роторных снегоочистителей», а так же автореферат данной работы, соответствуют паспорту специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы» и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Алешков Денис Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.11. – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Официальный оппонент, Мерданов Шахбуба Магомедкеримович, доктор технических наук по специальности 05.05.04 –Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, профессор, заведующий кафедрой «Транспортные и технологические системы» института транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет».

625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72.

Телефон: +7(3452) 28-33-86

E-mail: ktts@tyuiu.ru

  
Мерданов Шахбуба Магомедкеримович  
«28» ноября 2023 г.



Мерданова Ш.М.  
документовед общего отдела ТИУ  
28.11.2023

Сотзавом ознкоммен

01.12.23   
П.С.А.