

ОТЗЫВ

официального оппонента Ступникова Дмитрия Сергеевича

кандидата технических наук, ведущего конструктора ООО «ТД ВАРТОН», на диссертационную работу Петкова Александра Федоровича «Обоснование параметров и режимов работы трехступенчатого ротора-метателя лесопожарной грунтометательной машины», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины» (технические науки).

Общая характеристика работы

На отзыв представлена диссертация, состоящая из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы 133 страницы машинописного текста, включающего 109 страниц основного текста, библиографический список и приложения – 24 страницы, 78 рисунков, 17 таблиц.

Актуальность темы диссертации

Ежегодная статистика лесных пожаров, возникающих в разных странах, показывает нерешённые задачи и актуальность борьбы с неконтролируемыми лесными пожарами. Наиболее распространёнными противопожарными барьерами являются минерализованные полосы, Минерализованные полосы создаются почвообрабатывающими орудиями: плугами (ПКЛ-70, ПЛП-135), лесными фрезами, бульдозерами, полосопрокладывателями (ПЛ-3, ПФ-1), тракторными навесными (ГТ-3) и ручными грунтометами. Основным рабочим органом грунтометательных машин, выполняющим фрезерование и метание потока почвогрунта в заданном направлении, является фрезерный рабочий орган. Но существующие фрезерные рабочие органы не позволяют создавать противопожарную полосу требуемой ширины с равномерным распределением грунта по толщине слоя и доставлять необходимое количество почвогрунта к кромке лесного низового пожара. Необходима разработка грунтометательной машины с комбинированным ротором-метателем, способным доставлять необходимый объем почвогрунта за счёт разделения уровней забора из разных пластов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Первое научное положение: *разработанная новая конструкция лесопожарной машины с трехступенчатым ротором-метателем, позволяющая доставлять необходимый объем почвогрунта по всей ширине полосы за счёт разделения уровней забора из разных слоев подаваемого почвенного пласта.*

В начале поступательного движения трактора вдоль кромки огня в агрегате с новой лесопожарной грунтометательной машины (рисунок 2.1) U-образная скоба с лемехом заглубляется в почвогрунт на установленную глубину, в результате чего происходит выемка пласта почвогрунта и его

перемещение по наклонному лотку-подъемнику. Так как угол наклона лотка-подъемника меньше угла трения почвы о сталь, то не происходит забивания растительными остатками ротора-метателя и сгуживания почвогрунта перед ним, а наклонные черенковые ножи предохраняют ротор-метатель от встречи с крупными препятствиями. При этом разрыхленный пласт почвогрунта поступает одновременно ко всем радиальным лопаткам трехступенчатого ротора-метателя, которые забирают грунт из различных слоев подаваемого пласта. За счет своей кинетической энергии лопатки каждой ступени ротора сообщают частицам почвогрунта ускорения, в результате чего они перемещаются по различным параболическим траекториям и укладываются полосой на кромку огня и перед ней в поперечном сечении шириной 1,0-1,2 м и толщиной не менее 0,05-0,07 м, тем самым, заглушая огонь и останавливая продвижение пожара. Для создания такой противопожарной полосы достаточен пласт, вырезаемый U-образной скобой с лемехом, размером 0,6×0,3 м. Дальность отбрасывания почвогрунта регулируется путем изменения частоты вращения трехступенчатого ротора-метателя и углом установки лопаток относительно радиального положения.

Новая конструкция лесопожарной машины защищена патентом на изобретение и позволяет доставлять необходимый объем почвогрунта по всей ширине полосы за счёт разделения уровней забора лопатками из разных слоев подаваемого почвенного пласта.

Второе научное положение: *разработанная имитационная модель рабочего процесса трехступенчатого ротора-метателя, позволяющая учитывать и оптимизировать новые конструктивные и технологические параметры с учетом физико-механических свойств грунта.*

Разработаны математическая модель рабочего процесса трехступенчатого ротора-метателя и программный комплекс, позволяющий рассчитывать траектории полета грунта на основании конструктивных и технологических параметров ротора метателя, а также распределение грунта в слое

Разработанная математическая модель позволяет рассчитать траектории полета частиц грунта, выброшенных лопатками ротора-метателя, а также рассчитать распределение грунта в слое высыпания. На основе математической модели составлена программа для ЭВМ (защищена свидетельством о Государственной регистрации), позволяющая наглядно оценить на графиках расчетные траектории движения частиц грунта и их распределение.

Третье научное положение: *обоснованные конструктивные параметры трехступенчатого ротора-метателя, позволяющие получить его рациональные конструктивные значения с учетом толщины слоев высыпания от каждой ступени, дальности выбрасывания грунта и общей толщины слоя высыпания.*

В результате имитационного моделирования определены основные конструктивные параметры ротора-метателя: радиусы дисков каждой ступени ротора-метателя, угол наклона лопаток с учётом адгезивных и адсорбционных

свойств почвогрунта, потребляемая мощность ротора-метателя, параметры сменных звездочек цепной передачи для регулировки скорости вращения.

От конструктивных параметров ротора зависит объем грунта, выбрасываемый каждым из дисков. При заданных геометрических размерах ротора большая часть грунта выбрасывается третьим, самым большим диском, а меньшая – первым. Для ротора R-20 при изменении высоты ступеней лопаток на 20 мм при изменении частоты вращения 12 до 20 об/с дальность вылета грунта с диска 1 изменялась от 1,25 до 3 м. Для диска 2 при изменении частоты вращения с 12 до 20 об/с дальность вылета грунта изменялась от 1,3 до 3,3 м (рисунок 2.27). Для диска 3 при изменении частоты вращения с 12 до 20 об/с дальность вылета изменялась от 1,4 до 3,5 м. В результате анализа данных вычислительного эксперимента методом многокритериального сравнения альтернатив выявлено, что оптимальным выбором конструктивного решения ротора метателя будут модификации ротора метателя с R=40мм при условии его вращения со скоростью 15 об/с или с R=20мм при условии его вращения со скоростью 20 об/с. Однако, анализ данных полевых испытаний этим же методом однозначно определяет оптимальный вариант как модификация ротора метателя с R=40мм при условии его вращения со скоростью 15 об/с.

Четвертое научное положение: *обоснованные технологические режимы работы трехступенчатого ротора-метателя, позволяющие повысить качественные показатели прокладки противопожарных полос.*

Были выполнены эксперименты по дальности метания грунта и толщине слоя насыпи грунта метания почвогрунта согласно матрице планирования эксперимента для трех модификаций ротора-метателя (R-20, R-40, R-60) при различной частоте вращения ротора-метателя (рисунки 4.16-4.17). На рисунке 4.18 представлено распределение дальностей выброса грунта от дисков ротора метателя при угловых скоростях вращения: $w=12,15$ и 20 об/с для всех модификаций ротора. В результате дальность выброса возрастает с увеличением угловой скорости и размерами между лопатками согласно вычислительному эксперименту. В полевых условиях очевидным остается возрастание при увеличении скорости вращения. Выбрасываемый ротором объем грунта больше, чем необходимый для локализации огня. При необходимом 0,06 м³ ротор с 3 лопатками выбрасывает 0,08 м³, с 4 лопатками 0,09 м³ и 0,1 м³ с 6 лопатками. Согласно вычислениям более 30% грунта выбрасывается на расстояние 10,4-11,2 м.

Пятое научное положение: *результаты полевых испытаний лабораторного образца лесопожарного грунтомета, и оценка технико-экономических показателей при его внедрении на предприятия лесного хозяйства, позволяющие повысить качество профилактики и тушения лесных низовых пожаров*

При проведении испытания опытного образца лесопожарной грунтометательной машины с трехступенчатым ротором-метателем в агрегате с трактором Т-150К на испытательном полигоне кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ВГЛТУ получены зависимости показателей эффективности полосопрокладывателя, таких как

производительность и дальность выброса грунта от параметров трехступенчатого ротора-метателя.

Экономический эффект внедрения достигается за счёт повышения эффективности процесса прокладки противопожарных полос, путём применения нового ротора-метателя, обеспечивающего доставку необходимого объема почвогрунта по всей ширине полосы.

Как показывает экономический расчет, применение новой лесопожарной грунтометательной машины для прокладки противопожарных полос позволяет повысить производительность орудия. Экономический эффект от применения новой лесопожарной грунтометательной машины составил 826067руб. при сроке окупаемости 0,15 года.

Таким образом, проведенная технико-экономическая оценка применения новой лесопожарной грунтометательной машины для прокладки противопожарных полос позволила определить показатели эффективности грунтомета, таких как производительность и дальность выброса грунта от параметров трехступенчатого ротора-метателя и рассчитать экономический эффект.

Достоверность научных положений

Достоверность результатов, представленных в диссертационной работе, обосновывается проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями, высокой степенью сходимости результатов изучения рабочих процессов ротора-метателя, применением современных методов статистической обработки данных.

Основные положения диссертационной работы докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Научная новизна

Диссертационная работа обладает научной новизной:

1) разработана новая конструкция лесопожарной машины с трехступенчатым ротором-метателем, отличающаяся способностью доставлять необходимый объем почвогрунта по всей ширине полосы за счёт разделения уровней забора из разных пластов подаваемого почвенного пласта;

2) разработана имитационная модель рабочего процесса трехступенчатого ротора-метателя, отличающаяся тем, что в ней учтены новые конструктивные и технологические параметры, а также физико-механические свойства грунта при метании на кромку огня.

3) обоснованы конструктивные параметры трехступенчатого ротора-метателя, отличающиеся рациональными значениями для повышения дальности выбрасывания грунта и общей толщины слоя высыпания.

4) обоснованы технологические режимы работы трехступенчатого ротора-метателя, отличающиеся повышенными значениями качественных показателей прокладки противопожарных полос.

5) результаты полевых испытаний лабораторного образца лесопожарного грунтомета, и оценка технико-экономических показателей при его внедрении на предприятия лесного хозяйства, отличающиеся повышением качества прокладки противопожарных полос.

Теоретическая значимость работы заключается в расширении основных положений теории взаимодействия ротора-метателя с почвогрунтом.

Практическая значимость работы состоит в создании опытного образца лесопожарной грунтометательной машины; разработке рекомендаций по выбору режимов работы и основных конструктивных и технологических параметров трехступенчатого ротора-метателя для его внедрения в производство; разработке программного комплекса, осуществляющего вычислительный эксперимент; разработке математической модели рабочего процесса нового трехступенчатого ротора-метателя, позволяющей рассчитывать не только траектории движения грунта в зависимости от конструктивных и технологических параметров ротора-метателя, но и толщину слоя выбрасывания и распределение грунта в слое.

Полученные результаты работы внедрены в Воронежском лесопожарном центре, ООО «Сталь-Синтез» и в учебном процессе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» при подготовке бакалавров и магистров.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Результаты, полученные при проведении научных исследований, соответствуют п. 5 «Компоновка, типы, параметры и режимы работы машин лесохозяйственных и лесопромышленных производств» паспорта научной специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины (технические науки).

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научных изданиях.

Основные положения диссертационной работы докладывались на следующих конференциях: международной научно-практической конференции «Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе» (г. Воронеж, 2020 г.), международной научно-технической конференции «Интеграция и развитие научно-технического и образовательного сотрудничества - взгляд в будущее.» (г. Воронеж, 2020 г.), всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием «Повышение эффективности лесного комплекса» (г. Петрозаводск, 2021), Всероссийской научно-практической конференции «Современные ресурсосберегающие технологии и технические средства лесного комплекса.» (г. Воронеж, 2021г.), а также научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова (2020–2022 гг.). Материалы в рамках диссертационной работы были опубликованы в 23 работах, 5 публикациях в изданиях, рекомендованных ВАК, 11 публикациях по материалам международных и всероссийских конференций, 2 патентах на изобретение, 3 программах для ЭВМ, 1 статье в издании в международной базе цитирования Scopus.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. В пункте 1.2 первой главы «Анализ исследований рабочих процессов роторов-метателей технологических машин» недостаточно внимания уделено анализу динамики гидропривода активных рабочих органов технологических машин, хотя в предлагаемой конструкции лесопожарной грунтометательной машине применен гидропривод ротора-метателя.

2. Автор на странице 32 утверждает, что «Почвенный пласт подается одновременно ко всем лопаткам ротора», что вызывает сомнение, т.к. пласт движется по наклонному лотку вверх и возможно забивание при влажной почве, тем более угол наклона лотка принят меньшим угла трения почвы о сталь. Тогда как учитывались различные типы почв с различными углами трения?

3. В главе 2 при решении математической модели получено аналитическое выражение для определения угловой скорости при допущении, что система дифференциальных уравнений линейная. Однако коэффициент податливости упругих элементов гидропривода, входящий в уравнение расходов рабочей жидкости, является нелинейным параметром.

4. В главе 4 на странице 91 ошибочно указано, что оптимальным углом установки лопаток по критерию минимального давления в гидроприводе будет $\gamma = -10^\circ$. Но на рисунке 46 видно, что этот угол является оптимальным по критерию максимального объема метаемого грунта.

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку достигнутых научных и практических результатов.

Оценка содержания и оформления диссертации.

Оформление основных разделов диссертации отвечает требованиям ГОСТа Р 7.0.11-2011. «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». В диссертации приведен анализ известных из литературных источников результатов исследований, численные и графические реализации используемых методов. Автореферат и опубликованные научные работы отражают основное содержание и выводы диссертации.

Диссертация написана доступным литературным языком, материал ее легко читается и воспринимается.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней».

Диссертация представляет законченную, самостоятельно выполненную, научную работу, содержит достоверные положения, которые вносят определенный вклад в теорию и практику механизации лесного хозяйства по совершенствованию конструкций роторных кусторезов.


Отмеченные выше недостатки не снижают уровня теоретической и практической значимости работы.

Рассмотренная диссертационная работа в целом отвечает установленным требованиям п.9. «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Петков

Александр Федорович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины» (технические науки).

Официальный оппонент, к.т.н., научная
специальность 05.21.01
Технология и машины лесозаготовок
и лесного хозяйства
Ведущий конструктор ООО «ТД ВАРТОН»
Тел: +7(908)1339502,
e-mail: Neiti1992@mail.ru
Адрес: г. Москва, Варшавское ш.,
д. 26, стр. 11

Ступников
Дмитрий Сергеевич

 2023 г.

*Подпись Ступникова Д.С.
удостоверено*

Ведущий специалист
по кадровому
администрированию
Ромашкина В. А.

21.09.2023

