

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Рыбака Александра Тимофеевича на диссертацию Позднякова Алтона Константиновича «Обоснование параметров шнековых рабочих органов лесопожарного грунтомета – полосопрокладывателя с гидроприводом», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины (технические науки).

На отзыв представлена диссертация, включающая введение, пять глав, заключение, список литературы и приложения. Общий объем диссертации составляет 131 страницу, из которых 102 страниц основного текста и 28 страниц списка литературы и приложений. Работа включает 65 рисунков, 11 таблиц и 161 использованный источник, 15 из которых иностранные.

### **Актуальность темы диссертационной работы.**

В современном мире, в связи с глобальным изменением климата, возрастают требования к защите лесов, поэтому необходимо повысить уровень их охраны. Это потребовало значительного увеличения количества противопожарного оборудования и физических ресурсов лесопожарной службы. Одним из известных и широко применяемых методов является создание на некотором расстоянии от движущегося пожара минерализованной полосы, которая производится различными лесными плугами, канавокопателями, фрезями, дисковыми боронами, фрезерными полосопрокладывателями и грунтометами. Наиболее эффективными являются грунтометательные машины, однако они не имеют рабочего оборудования для сталкивания в стороны лесной подстилки, валежника, порубочных остатков.

Более всего отвечают требованиям перемещения различных материалов шнеки, однако их рабочие процессы недостаточно исследованы. В связи с этим

тема диссертации, направленная на обоснование параметров шнековых рабочих органов лесопожарного грунтомета – полосопрокладывателя с гидроприводом (ЛГП), позволяющего эффективно создавать противопожарные полосы и тушить кромку огня лесного низового пожара, является актуальной.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

*Первое научное положение: Новая конструкция ЛГП с гидроприводом шнековых рабочих органов, позволяющая обеспечить повышение качественных показателей очистки потока грунта от напочвенного покрова, снижение динамической нагруженности и энергоемкости ЛГП.*

Во диссертации предложена новая конструкция шнековых рабочих органов лесопожарного грунтомета – полосопрокладывателя с гидроприводом, защищенная патентом на изобретение, представлена на рисунок. 2.1 а. Новая конструкция ЛГП с гидроприводом шнековых рабочих органов, позволяет обеспечить повышение качественных показателей очистки потока грунта от напочвенного покрова, и предохранения шнека от перегрузок при преодолении препятствий. При движении агрегата зубья шнека рыхлят напочвенный покров, а винтовая поверхность шнека сдвигает горючие растительные остатки в стороны. За счет удаления напочвенного покрова сферические диски лучше заглубляются в почву и создают более качественный почвенный вал перед фрезами метателями. За счет этого снижается энергоемкость и увеличивается производительность фрез – метателей и объем грунта, метаемый в одну или обе стороны, увеличивается толщина слоя почвы противопожарной полосы.

При наезде на препятствие шнек сжимает демпфирующую пружину на стойке и перекатывается через препятствие, при этом снижается динамическая нагруженность и обеспечивается предохранение рабочих органов от поломок.

Второе научное положение: Математическая модель рабочего процесса ЛПП, позволяющая решать задачи влияния параметров новых шнековых рабочих органов с рыхлящими зубьями на качественные показатели, динамическую нагруженность и энергоемкость грунтомета – полосопрокладывателя;

Рабочий процесс шнековых рабочих органов (ЛПП) описан системой дифференциальных уравнений, включающей уравнения вращательного движения шнекового рабочего органа и уравнение расходов рабочей жидкости в гидрориводе. Для определения сил упругости и вязкого трения, действующие между элементами напочвенного покрова, и с элементарной рабочей поверхностью шнека и зубьев составлены уравнения движения конечных элементов.

Для решения математической модели составлена компьютерная программа (Свидетельство о регистрации № RU 2021663167, 12.08.2021) с помощью которой проведено моделирование рабочего процесса шнековых рабочих органов (рисунок 2.4).

Во второй главе диссертации (страницы 35-47) показаны особенности проведения исследования на основе серий компьютерных экспериментов. На основе разработанной имитационной модели лесопожарной грунтометательной машины со шнековым рабочим органом с применением метода динамики частиц исследовано влияние основных параметров рабочего органа на эффективность очистки рабочей полосы от напочвенного покрова, а также на динамическую нагруженность и энергоемкость грунтомета – полосопрокладывателя.

Предложенная имитационная модель позволила дать оценку влияния параметров новых шнековых рабочих органов с рыхлящими зубьями на качественные показатели, динамическую нагруженность и энергоемкость грунтомета – полосопрокладывателя.

Третье научное положение. Обоснованные рациональные параметры шнековых рабочих органов с гидроприводом, позволяющие повысить качественные показатели очистки потока грунта от напочвенного покрова и снизить динамическую нагруженность и энергоёмкость ЛГП.

Выявлено, что наиболее важными конструктивными параметрами шнекового барабана являются высота винтовой спирали и шаг спирали. В результате поставлена задача двухфакторной оптимизации геометрических параметров шнекового барабана.

Для обеспечения условия сплошности сдвига напочвенного покрова частота вращения шнекового барабана изменялась обратно пропорционально шагу винта  $s$  и составляла 7,2 об/с для  $s = 16$  см; 3,5 об/с для  $s = 33$  см; 1,8 об/с для  $s = 66$  см. Оптимальные диапазоны количества рыхлящих зубьев и величины их выступа над винтовой поверхностью шнека составляют 12 и 11 см соответственно и обеспечивают полноту очистки от напочвенного покрова более 80 % при потребляемой барабаном мощности менее 12 кВт.

Оптимальная частота вращения рабочего органа составляет около 5 об/с. При этом достигается полнота очистки более 0,89. Оптимальные диапазоны количества зубьев и величины выступа зубьев составляют 12 и 11 см соответственно и обеспечивают полноту очистки от напочвенного покрова более 80 %.

Установлено, что при четырех зубьях среднее давление составляет 3,3 МПа, при шести зубьях 4,1 МПа, при восьми зубьях 5,3 МПа, причём, при увеличении количества зубьев амплитуда колебаний давления уменьшается.

Анализ экспериментальных данных, полученных при проведении опытов по методу полно факторного эксперимента показал, что более значимое влияние на величину потребляемой мощности оказывает изменение длины выступа зубьев, менее сильное – изменение их количества; при этом, с увеличением, как количества зубьев, так и их длины потребляемая мощность повышается.

Четвертое научное положение: Техничко–экономические показатели опытного образца ЛПП с гидроприводом шнековых рабочих органов с повышенной эффективностью профилактики лесных пожаров.

В процессе испытаний установлено, что часовая производительность ЛПП составила 2,2 пог. км/ч, тогда как часовая производительность полосопрокладывателя ПФ-1 равна 1,6 пог. км/ч. При этом часовой расход топлива остался на прежнем уровне 14,9 кг, т.к. снизились энергозатраты фрез-метателей.

Анализ экспериментальных данных, полученных при проведении испытаний лесопожарного агрегата в производственных условиях подтвердили результаты теоретических исследований и полевых экспериментальных исследований лабораторной установки по методу полно факторного эксперимента.

Как показал экономический расчет, применение нового грунтомета – полосопрокладывателя с гидроприводом шнековых рабочих органов для прокладки противопожарных полос позволяет повысить производительность орудия. Экономический эффект от применения нового грунтомета – полосопрокладывателя составил 312445,73 рублей при сроке окупаемости 0,53 года.

#### **Новизна выполненных исследований и полученных результатов**

Исследование Позднякова А.К. и его результаты имеют научную новизну:

– разработана математическая модель рабочего процесса ЛПП, отличающаяся учетом влияния параметров новых шнековых рабочих органов с рыхлящими зубьями на качественные показатели, динамическую нагруженность и энергоёмкость.

– обоснованы рациональные параметры шнековых рабочих органов с гидроприводом, отличающиеся повышенными качественными показателями

очистки потока грунта от напочвенного покрова, снижением динамической нагруженности и энергоемкости;

– определены технико-экономические показатели опытного образца ЛПП с гидроприводом шнековых рабочих органов, отличающиеся повышением эффективности профилактики лесных пожаров.

### **Значимость результатов исследований для теории и практики**

Теоретическая значимость работы заключена в разработке математической модели взаимодействия шнековых рабочих органов с рыхлящими зубьями с напочвенным покровом и исследовании влияния основных параметров рабочего органа на эффективность очистки противопожарной полосы от растительных горючих материалов.

Практическая значимость работы состоит в разработке новой конструкции ЛПП с гидроприводом шнековых рабочих органов; двух программ для ЭВМ, позволяющих оперативно производить выбор оптимальных режимов работы ЛПП при проведении профилактики и тушения лесных низовых пожаров в производственных условиях.

Результаты исследований внедрены в проектной организации ООО «Сталь – Синтез» при изготовлении опытного образца ЛПП, в СГБУ «Воронежский лесопожарный центр» при прокладке противопожарных полос с применением опытного образца ЛПП и в учебный процесс кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГБОУ «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова».

### **Полнота изложения результатов диссертационного исследования, опубликованных соискателем**

Результаты исследования Позднякова А.К. докладывались и обсуждались на трех международных и четырех всероссийских научно-технических конференциях (г. Воронеж, 2022, г. Минск 2022, г. Санкт-

Петербург 2022 г.), г. Красноярск, 2023, г. Петрозаводск 2022, г. Москва 2022 г, научно-практических конференциях ФГБУ ВО ВГЛТУ, г. Воронеж (2020 – 2023 гг.). Опубликовано 16 печатных работ, в том числе 5 научных статей в научных журналах, включенных в перечень ВАК, 2 патента на изобретения, 2 статьи в базе данных Scopus, 2 свидетельства гос. регистрации программ для ЭВМ, в т.ч. 6 статей без соавторов.

### **Оценка содержания и оформления диссертации.**

Оформление основных разделов диссертации отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» и ГОСТ Р 7.0.11-2011 Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.

В диссертационной работе есть анализ и сравнение полученных результатов с известными данными из научной литературы, численные и графические реализации принятых методов.

Автореферат и опубликованные научные работы в достаточной степени отражают основные идеи и выводы диссертации.

### **Замечания по диссертации**

1. Первый пункт научной новизны относится, скорее, к практической полезности работы, что соискатель и подтверждает, записывая его же в разделе «практическая значимость».

2. Из первого пункта «Общих выводов» не совсем понятно каких «шнсковых рабочих» необходимо привлекать «для удаления напочвенного покрова».

3. При анализе способов и технических средств для профилактики и тушения лесных низовых пожаров дано подробное описание конструкций машин, но недостаточно освещены рабочие процессы и их недостатки. Считаю, что большее внимание следовало уделить анализу исследований динамики гидропривода активных рабочих органов и конкурентоспособности предложенных решений.

4. Отсутствие схемы гидравлической системы моделируемого привода осложняет понимание и анализ полученной математической модели.

5. В математической модели недостаточно учтены физико-механические свойства лесной почвы и препятствий, а также влияние температуры рабочей жидкости на кинематические и динамические характеристики.

6. Соискатель не совсем корректно обращается с терминами. В гидроприводе принято «частоту вращения»  $n$  измерять в  $\text{м}^3/\text{об}$ , а в  $\text{с}^{-1}$  измеряется угловая скорость вращения ( $\omega$ ), в результате первое и второе слагаемые в скобках уравнения давления (2.1) не стыкуются по размерности.

7. В математической модели (2.1) имеется неточность в размерности коэффициента податливости упругих элементов гидропривода,  $\text{м}^5/(\text{Н}\cdot\text{с})$ , правильная размерность  $\text{м}^5/\text{Н}$ .

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

Отмеченные замечания не снижают общую положительную оценку работы, которая производит весьма положительное общее впечатление. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технологические решения по совершенствованию рабочих процессов и конструкции шнековых рабочих органов лесопожарного грунтомета – полюсопрокладывателя с гидроприводом, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие лесопромышленного комплекса Российской Федерации, что соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Поздняков Антон Константинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для



лесного хозяйства и переработки древесины (технические науки).

Официальный оппонент доктор технических наук  
(специальности 05.02.02 и 05.02.13), профессор,  
почётный работник ВСО РФ  
10 сентября 2023 г



А. Т. Рыбак

344003, ЮФО, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1  
Тел. (863) 2-381-345; 2130373@mail.ru

Подпись профессора. каф. «Приборостроение и биомедицинская инженерия» ФГБОУ «Донской государственный технический университета»,  
доктора технических наук, профессора Рыбака Александра Тимофеевича

ЗАВЕРЯЮ.

Учёный секретарь Учёного совета  
ФГБОУ ВО ДГТУ



В.Н. Анисимов