

На правах рукописи



Поздняков Антон Константинович

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ЛЕСОПОЖАРНОГО ГРУНТОМЕТА – ПОЛОСОПРОКЛАДЫВАТЕЛЯ
С ГИДРОПРИВОДОМ

4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и
переработки древесины

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Воронеж 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» (ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»).

Научный руководитель: **Поликов Петр Иванович** – доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты: **Рыбак Александр Тимофеевич** – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», кафедра приборостроения и биомедицинской инженерии, профессор.

Ступников Дмитрий Сергеевич – кандидат технических наук, ООО «ТД Вартон», конструкторское бюро, ведущий конструктор

Ведущая организация: Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (г. Пушкино).

Защита состоится 06.10.2023 г. в 9-00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.285.01 при ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8, зал заседаний – аудитория 146.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова https://vgltu.ru/files/FILES_UMI/Nauka/DissSovet/sov24.2.285.01/Poznik/dissertaciya_pozdnyakov_a_k_docx.pdf

Автореферат разослан «___» августа 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Платонов Алексей Дмитриевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. 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, фрезами, дисковыми боронами, фрезерными полосопрокладывателями и грунтометами. Наиболее эффективными являются грунтометальные 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, дающим возможность эффективно создавать противопожарные полосы и тушить кромку огня лесного низового пожара, является актуальной.

Диссертация подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научного проекта «Аспиранты» № 20 – 38 – 90082, а также в рамках выполнения госбюджетной тематики ВГЛТУ, шифр: 116092210006, с 2021 по 2025 гг.

Степень разработанности проблемы. Исследованиями физико-механических свойств лесной подстилки, строение лесных подстилок в типичных биогеоценозах во взаимосвязи с эколого-ботаническими характеристиками напочвенного покрова, занимались такие ученые как Коршун В.Н., Александров В.А, Телеснина В.М., Семенюк О.В., Богатырёва Л.Г. Теория воздействия ходовых систем лесохозяйственных агрегатов отражена в работах Хитрова Е.Г., Григорьева И.В, Бурмистровой О.Н. Разработке почвообрабатывающих орудий для прокладки минерализованных полос посвящены работы Бартенева И.М., Драпалюка М.В., Алябьева А.Ф., Рыбака А.Т., Гнусова М.А, Ступникова Д.С. и др., однако этих исследований недостаточно для обоснования параметров и рабочих режимов лесохозяйственного грунтомета – полосопрокладывателя (ЛПП).

Цель и задачи исследования. Повышение эффективности прокладки противопожарных полос, путем обоснования параметров и режимов работы шнековых рабочих органов (ШРО) с гидроприводом лесохозяйственного грунтомета – полосопрокладывателя.

Исходя из поставленной цели, были сформированы следующие задачи:

- 1) Обосновать новую конструкцию ЛПП с гидроприводом шнековых рабочих органов;
- 2) Разработать математическую модель рабочего процесса ЛПП, с учетом влияния параметров новых шнековых рабочих органов с рыхлящими зубьями на качественные показатели, динамическую нагруженность и энергоёмкость грунтомета – полосопрокладывателя;

3) Обосновать рациональные параметры шнековых рабочих органов с гидроприводом с повышенными качественными показателями очистки потока грунта от напочвенного покрова, снижением динамической нагруженности и энергоемкости ЛГП;

4) Определить технико–экономические показатели опытного образца ЛГП с гидроприводом шнековых рабочих органов с повышенной эффективностью профилактики лесных пожаров.

Объектом исследования являются конструкция шнекового рабочего органа, напочвенный покров и рабочие процессы грунтомета – полосопрокладывателя.

Предметом исследования являются кинематика и динамика гидропривода шнекового рабочего органа ЛГП и качественные показатели очистки потока грунта от напочвенного покрова.

Научная новизна работы:

1) Новая конструкция ЛГП с гидроприводом, отличающийся повышением качественных показателей очистки потока грунта от напочвенного покрова, снижением динамической нагруженности и энергоемкости шнековых рабочих органов;

2) Математическая модель рабочего процесса ЛГП, отличающаяся учетом влияния параметров новых шнековых рабочих органов с рыхлящими зубьями на качественные показатели, динамическую нагруженность и энергоемкость;

3) Обоснованные рациональные параметры шнековых рабочих органов с гидроприводом, отличающиеся повышенными качественными показателями очистки потока грунта от напочвенного покрова, снижением динамической нагруженности и энергоемкости;

4) Техничко – экономические показатели опытного образца ЛГП с гидроприводом шнековых рабочих органов, отличающиеся повышением эффективности профилактики лесных пожаров.

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 ЛГП с гидроприводом шнековых рабочих органов; двух программ для ЭВМ, позволяющих оперативно производить выбор оптимальных режимов работы ЛГП при проведении профилактики и тушения лесных низовых пожаров в производственных условиях.

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

Методологическая, теоретическая и эмпирическая база исследования базировались на научных трудах российских и зарубежных ученых в области обработки почвы, перемещения различных материалов шнековыми рабочими органами. Эксперимент проводился по общепринятой методике, обработка результатов вычислительного и лабораторного экспериментов проводилась с использованием методов математической статистики.

Научные положения, выносимые на защиту:

1) 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;

2) Математическая модель рабочего процесса ЛГП, позволяющая решать задачи влияния параметров новых шнековых рабочих органов с рыхлящими зубьями на качественные показатели, динамическую нагруженность и энергоемкость грунтомета – полосопрокладывателя;

3) Обоснованные рациональные параметры шнековых рабочих органов с гидроприводом, позволяющие повысить качественные показатели очистки потока грунта от напочвенного покрова и снизить динамическую нагруженность и энергоемкость ЛГП;

4) Техничко–экономические показатели опытного образца ЛГП с гидроприводом шнековых рабочих органов с повышенной эффективностью профилактики лесных пожаров.

Степень достоверности и апробация результатов работы.

Достоверность полученных результатов исследований подтверждена теоретическими выкладками и результатами испытаний лабораторной установки в полевых условиях и их высокой сходимостью, применением современной тензометрической аппаратуры, а также обработкой экспериментальных данных методами математической статистики.

Основные положения диссертационной работы докладывались 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.).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа соответствует п. 5 «Компоновка, типы, параметры и режимы работы машин лесохозяйственных и лесопромышленных производств» паспорта специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Личный вклад соискателя состоит в проведении анализа технологий и технических средств прокладки противопожарных полос, разработке новой конструкции и математической модели рабочего процесса ЛГП, обосновании рациональных параметров шнековых рабочих органов с гидроприводом, позволяющих повысить качественные показатели очистки потока грунта от напочвенного покрова и снизить динамическую нагруженность и энергоемкость предлагаемой грунтометательной машины.

Публикации. 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 госрегистрации программ для ЭВМ, в т.ч. 6 статей без соавторов.

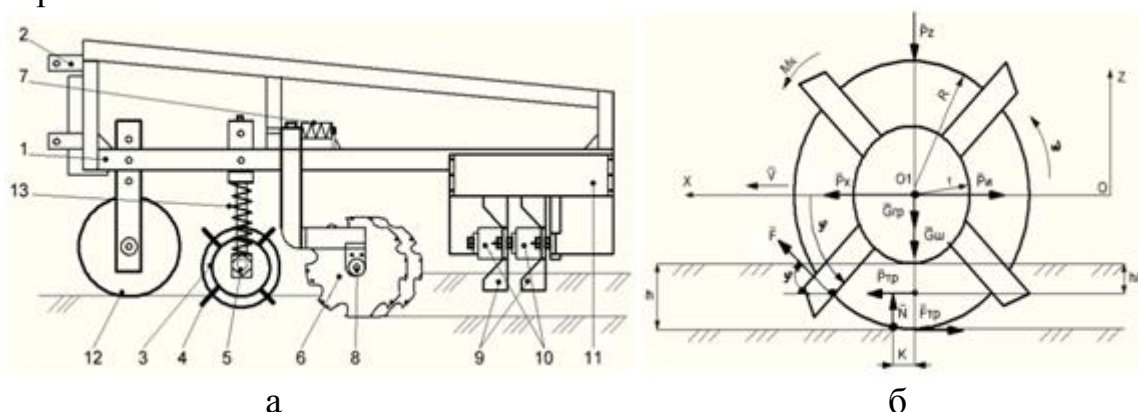
Структура и объем работы. Диссертация включает введение, 5 разделов, общие выводы и рекомендации, библиографический список и приложения. Общий объем работы содержит 131 страницу машинописного текста, включая 102 страницы основного текста, 11 таблиц, 65 рисунков, библиографический список из 161 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлена общая характеристика работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, научные положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость научных исследований, а также опытно-производственная проверка полученных результатов и их внедрение.

В первой главе дан анализ способов и технических средств для профилактики и тушения низовых лесных пожаров. Установлено, что в лесном хозяйстве перспективными являются лесопожарные грунтометательные машины с гидроприводом шнековых рабочих органов для удаления из потока метаемого грунта горючих растительных остатков, содержащихся в напочвенном покрове.

Во второй главе представлено обоснование новой конструктивно-технологической схемы лесопожарного грунтомета-полосопрокладывателя с гидроприводом шнековых рабочих органов (рисунок 1, а), а также расчетной схемы (рисунок 1, б), на основе которых разработана математическая модель взаимодействия шнековых рабочих органов с напочвенным покровом при создании противопожарных полос и тушения кромки лесных низовых пожаров, выявлены теоретические зависимости, полученные в результате компьютерного эксперимента.



V -скорость трактора; $G_{ш}$, $G_{гр}$ -силы тяжести шнека и грунта на шнеке; P_x -сила тяги трактора; P_y -сила инерции в начале движения; P_z - сила пружины предохранителя; $P_{тр}$ -сила трения грунта о винтовую поверхность; $F_{тр}$ - сила сопротивления перекачиванию шнека; N -реакция почвы; M_k -крутящий момент гидромотора; F -сила сопротивления взаимодействия шнека с напочвенным покровом

Рисунок 1 – Общий вид грунтомета – полосопрокладывателя с гидроприводом (а), расчетная схема шнека (б)

Рабочий процесс шнековых рабочих органов лесопожарной грунтометальной машины описан системой дифференциальных уравнений (1), включающей уравнения поступательного и вращательного движения шнекового рабочего органа и уравнение расходов рабочей жидкости в гидроприводе:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{\text{пр}} \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{q_M}{2\pi} p \cdot \frac{d\varphi}{dt} - \sum_{j=1, j \neq i}^{N_{\text{Э}}} (F_{ij}^Y + F_{ij}^B) r_i - \sum_{k=1}^{N_{\text{П}}} (F_{ik}^Y + F_{ik}^B) r_i - (M_{\text{СТ}} + K_{\text{ВТ}}) \frac{d\varphi}{dt}; \\ \frac{dp}{dt} = \frac{1}{K_p} \left(q_H n_H - \frac{q_M}{2\pi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} - a_y \cdot p \right), \end{array} \right. \quad (1)$$

где $J_{\text{пр}}$ – приведенный момент инерции гидромотора, шнека и передачи к оси вращения шнека, кгм²; φ – угол поворота шнека, рад; q_H, q_M – рабочие объемы насоса и гидромотора, м³/об; p – рабочее давление в гидроприводе, Па; $N_{\text{Э}}$ – количество элементов напочвенного покрова; $N_{\text{П}}$ – количество элементарных поверхностей шнека; r_i – расстояние от оси шнека до взаимодействующего i -го элемента напочвенного покрова, м; F_{ij}^Y и F_{ik}^Y – силы упругости, действующие между элементами напочвенного покрова, и с элементарной рабочей поверхностью шнека, Н; F_{ik}^Y и F_{ik}^B – силы вязкого трения при взаимодействии между элементами и с элементарной поверхностью шнека, Н; $M_{\text{СТ}}$ – момент силы сухого трения при вращении шнека, Нм; $k_{\text{ВТ}}$ – коэффициент вязкого трения, Па с; n_H – частота вращения насоса, с⁻¹; k_p – коэффициент податливости упругих элементов гидропривода, м⁵/(Нс); a_y – коэффициент утечек, м³/(сПа).

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:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_{\text{Э}} \frac{d^2 x_i}{dt^2} = \sum_{j=1, j \neq i}^{N_{\text{Э}}} (F_{xij}^Y + F_{xij}^B) + \sum_{k=1}^{N_{\text{П}}} (F_{xik}^Y + F_{xik}^B); \\ m_{\text{Э}} \frac{d^2 y_i}{dt^2} = \sum_{j=1, j \neq i}^{N_{\text{Э}}} (F_{yij}^Y + F_{yij}^B) + \sum_{k=1}^{N_{\text{П}}} (F_{yik}^Y + F_{yik}^B); \\ m_{\text{Э}} \frac{d^2 z_i}{dt^2} = \sum_{j=1, j \neq i}^{N_{\text{Э}}} (F_{zij}^Y + F_{zij}^B) + \sum_{k=1}^{N_{\text{П}}} (F_{yik}^Y + F_{yik}^B) - m_{\text{Э}} g, \end{array} \right. \quad (2)$$

где: $m_{\text{Э}}$ – масса элемента, кг; $F_{xij}^Y, F_{yij}^Y, F_{zij}^Y$ – компоненты силы упругости, действующей между элементами, и пропорциональной внедрению элементов друг в друга, Н; $F_{xij}^B, F_{yij}^B, F_{zij}^B$ – компоненты силы вязкого трения между элементами, пропорциональной разности скоростей элементов, Н; $F_{xik}^Y, F_{yik}^Y, F_{zik}^Y$ и $F_{xik}^B, F_{yik}^B, F_{zik}^B$ – компоненты сил упругости и вязкого трения при взаимодействии элемента i с элементарной поверхностью шнека, Н; g – ускорение свободного падения.

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).

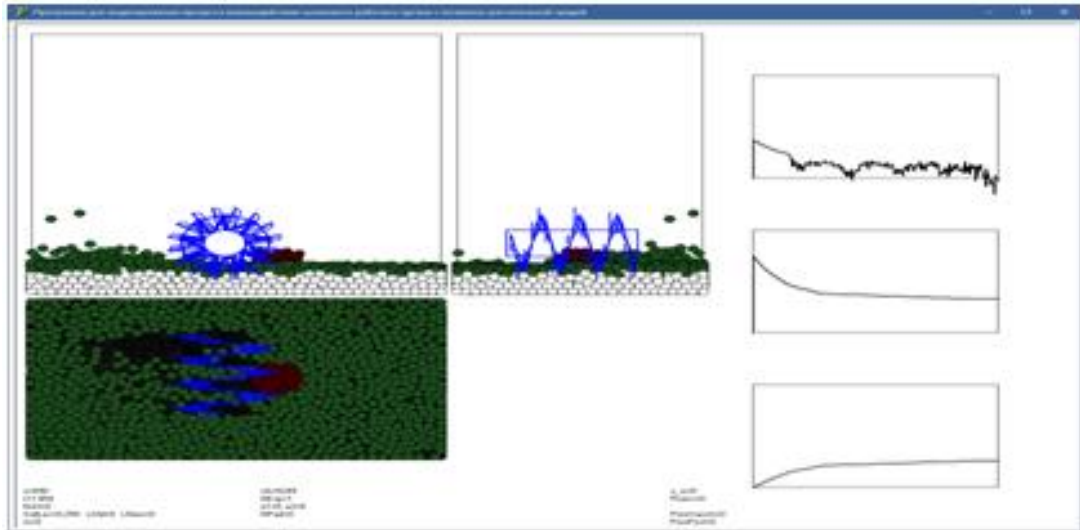


Рисунок 2 – Результаты работы лесопожарной грунтометательной машины в разработанной компьютерной программе: три проекции шнекового барабана и почвенно-растительной среды, графики зависимости показателей эффективности от времени

В результате моделирования установлено, что шнековый рабочий орган обеспечивает эффективную очистку до толщины напочвенного покрова 20 см: полнота очистки составляет не менее 0,86 (рисунок 3 а), потребляемая мощность составляет не более 8 кВт (рисунок 3 б).

Обнаружено, что зависимость полноты очистки полосы от частоты вращения рабочего органа имеет сигмоидальный характер. Оптимальная частота вращения рабочего органа составляет около 5 об/с.

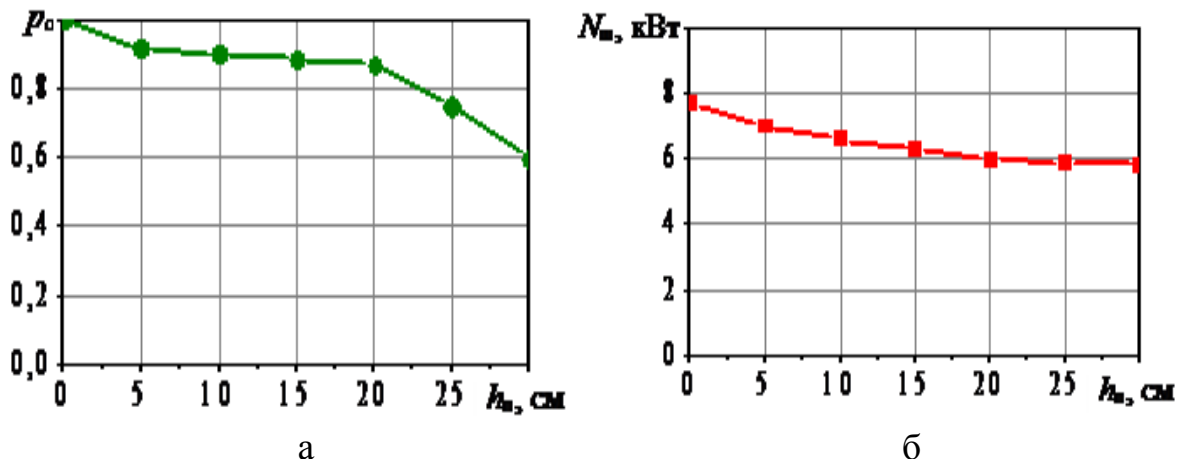


Рисунок 3 – Влияние толщины слоя лесной подстилки h_n на полноту очистки поверхности грунта от лесной подстилки p_o (а) и потребляемую шнеком мощность $N_{ш}$ (б)

Наиболее важными параметрами шнекового барабана являются количество зубьев N_n и длина выступа зуба h_n от шнековой спирали в направлении, перпендикулярном оси барабана. Исследовалось одновременное влияния па-

раметров N_n и h_n на показатели эффективности машины. Математически задачу двухфакторной оптимизации по количеству N_n зубьев шнекового рабочего органа можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} p_0(N_n, h_n) \rightarrow \max; \\ N_{ш}(N_n, h_n) \rightarrow \min; \end{cases} \Rightarrow N_n^{\text{опт}}, h_n^{\text{опт}}.$$

В результате аппроксимации получены следующие аналитические формулы для показателей эффективности ЛГП:

$$p_0(N_n, h_n) = 1,302 \cdot 10^{-4} N_n^2 - 6,167 \cdot 10^{-4} h_n^2 - 1,875 \cdot 10^{-4} N_n \cdot h_n + 7,812 \cdot 10^{-3} N_n + 0,025 h_n + 0,529, \quad (3)$$

$$N_{ш}(N_n, h_n) = 3,906 \cdot 10^{-3} N_n^2 - 3,500 \cdot 10^{-3} h_n^2 + 1,875 \cdot 10^{-3} N_n \cdot h_n - 0,024 N_n + 0,128 h_n + 1,529, \quad (4)$$

где N_n – количество зубьев, h_n – выступ зубьев, см, p_0 – доля удаляемого напочвенного покрова, $N_{ш}$ – мощность, кВт.

Для дальнейшего анализа функции $p_0(N_n, h_n)$, $N_{ш}(N_n, h_n)$ представлены в виде графиков (рисунок 4) и картограмм (рисунок 5).

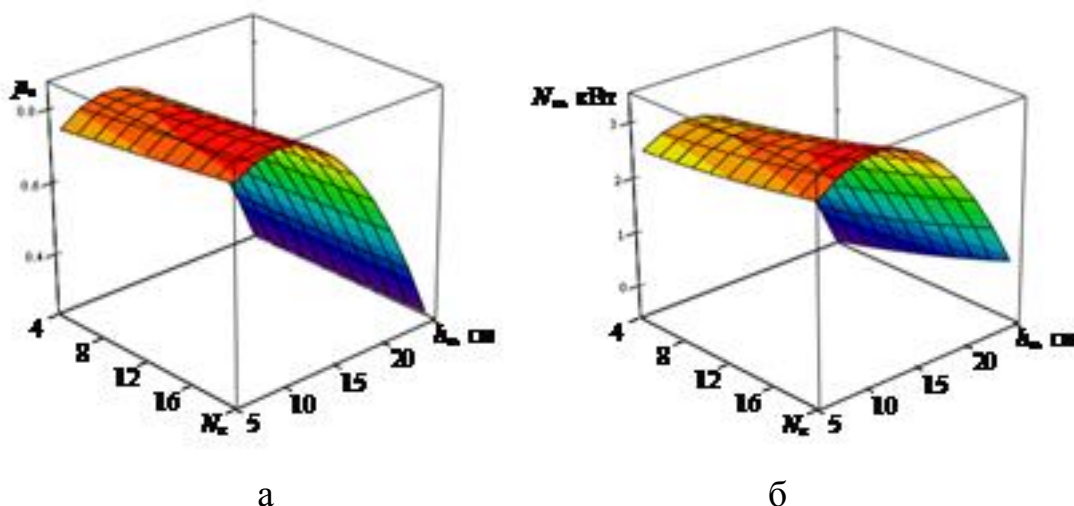


Рисунок 4– Графики влияния количества ножей N_n и длины ножей h_n шнекового барабана на полноту очистки полосы обработки p_0 (а) и потребляемую мощность $N_{ш}$ (б)

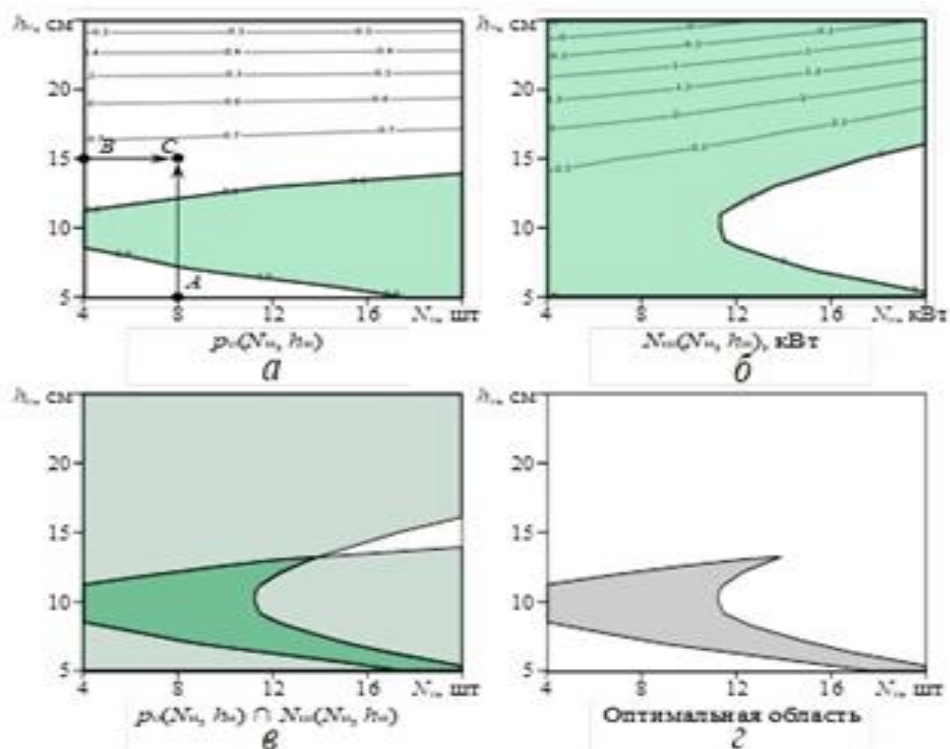


Рисунок 5 – Картограммы оптимизации параметров ножей шнекового барабана грунтометательной машины

По расположению оптимальной в факторном пространстве (рисунок 5, г) можно сделать следующий вывод. Оптимальное количество ножей составляет 8...12, оптимальная величина выступа ножей составляет 9...11 см. При этом оптимальная глубина нарезки шнековой спирали составляет 7,5...8,7 см, оптимальный шаг спирали в диапазоне 23 ... 40 см, содержание напочвенного покрова в метаемом потоке грунта составит менее 15 %, а производительность грунтометательной машины более 40 кг/с.

Разработан виртуальный стенд для исследования кинематических и динамических параметров шнековых рабочих органов при преодолении ими препятствий. Анализ полученных зависимостей показал, что максимальное среднее значение тягового сопротивления 7279,79 Н наблюдается при преодолении препятствия и скорости вращения рабочего органа 6,7 об/с, максимальное среднее значение силы на предохранительной пружине равно 8308,48 Н, а средний крутящий момент гидромотора привода шнека достигает значения 1468,49 Н·м (рисунок 6).

В третьей главе разработана программа и методика экспериментальных исследований. Изготовление экспериментального образца новой машины с шнековым рабочим органом производилось на основе разработанной нами конструктивно – технологической схемы. Для полевых исследований шнековые рабочие органы были смонтированы на переднюю часть рамы грунтометалосопрокладывателя в агрегате с трактором Т-150К (рисунок 7). Гидромотор НПА-64 привода шнековых рабочих органов был подсоединен к гидросистеме трактора. Вращение от гидромотора к шнековым рабочим органам передавалось через конический редуктор с передаточным числом 6,8.

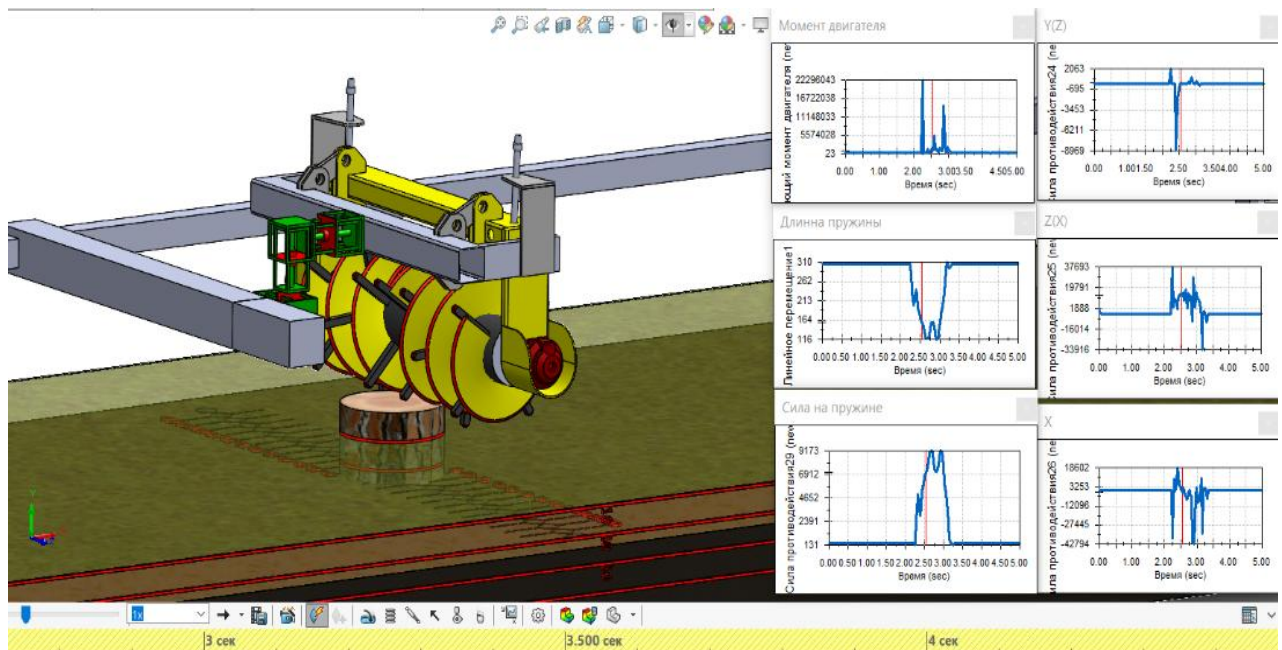


Рисунок 6 – Процесс моделирования с отслеживанием ключевых параметров



1 – шнековый рабочий орган, 2 – стержневые зубья; 3 – сферические диски; 4 – фрезы-метатели; 5 – гидромотор

Рисунок 7 – Экспериментальный образец шнекового рабочего органа на грунтомете-полосопрокладывателе в агрегате с трактором Т-150К на полевых испытаниях.

Снятие характеристик давления рабочей жидкости, а также кинематических характеристик работы устройства происходило с помощью тензометрической станции от компании ZetLab. Для измерения давления рабочей жидкости в гидроприводе лабораторной установки грунтомета применялся датчик

динамического давления ZET 315. Измерение частоты вращения рабочего органа агрегата проводили контактным тахометром 8001.

В четвертой главе приведены результаты лабораторно-полевых экспериментов лесопожарного грунтомета-полосопрокладывателя, оснащенного новым шнековым рабочим органом с зубьями. Испытания проводились на площадях учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ с применением метода полнофакторного эксперимента (рисунок 8).

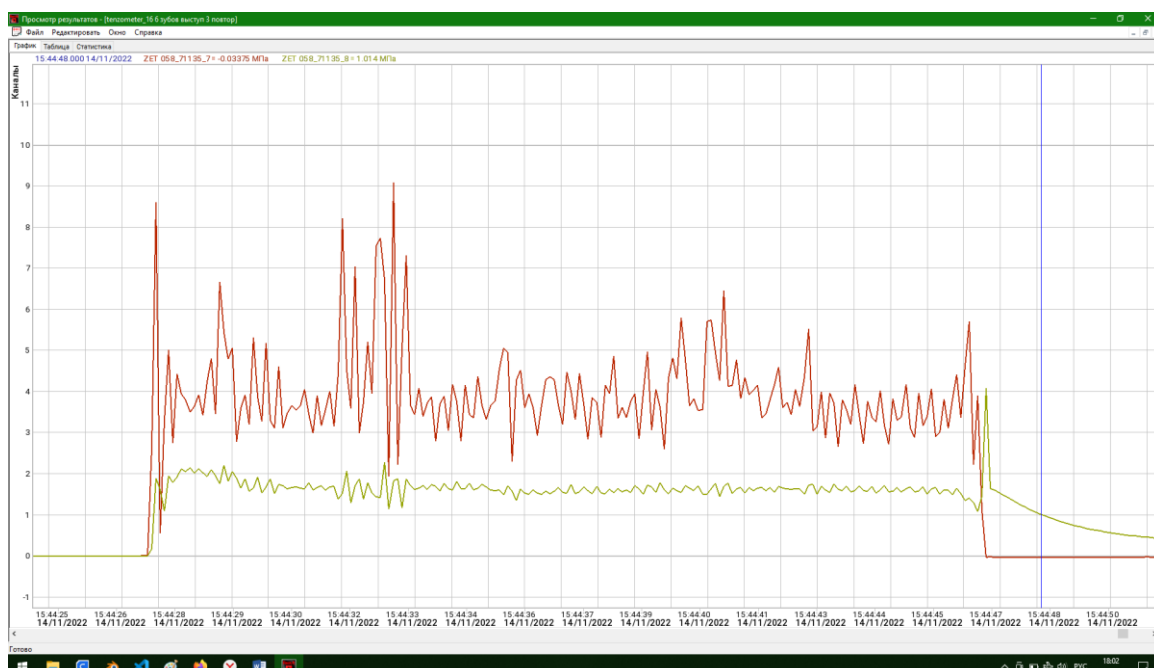


Рисунок 8 – Осциллограмма давления рабочей жидкости в гидромоторе привода шнека, количество ножей 4, высота стержневых зубьев 8 см.

В результате статистической обработки осциллограмм давления рабочей жидкости в гидромоторе привода шнека при различном количестве и высоте стержневых зубьев получены зависимости давления рабочей жидкости от количества и высоты зубьев. Установлено, что при четырех зубьях среднее давление составляет 3,3 МПа, при шести зубьях 4,1 МПа, при восьми зубьях 5,3 МПа, однако при увеличении количества зубьев амплитуда колебаний давления уменьшается (рисунок 9).

Проведена экспериментальная оптимизация параметров зубьев шнекового барабана, которая подтвердила результаты теоретических исследований. Шнековый рабочий орган обеспечивает приблизительно одинаковую эффективность очистки полосы обработки при толщине напочвенного покрова от 5 см до 15 см, при этом полнота очистки составляет не менее 0,86.

В пятой главе производился хронометраж основных операций работы лесопожарного грунтомета-полосопрокладывателя и определялась производительность машинно-тракторного агрегата для технико-экономического обоснования проектируемого образца. Годовой экономический эффект от внедрения экспериментального образца новой машины с шнековым рабочим органом составляет 312445,73 руб., срок окупаемости 0,53 года.

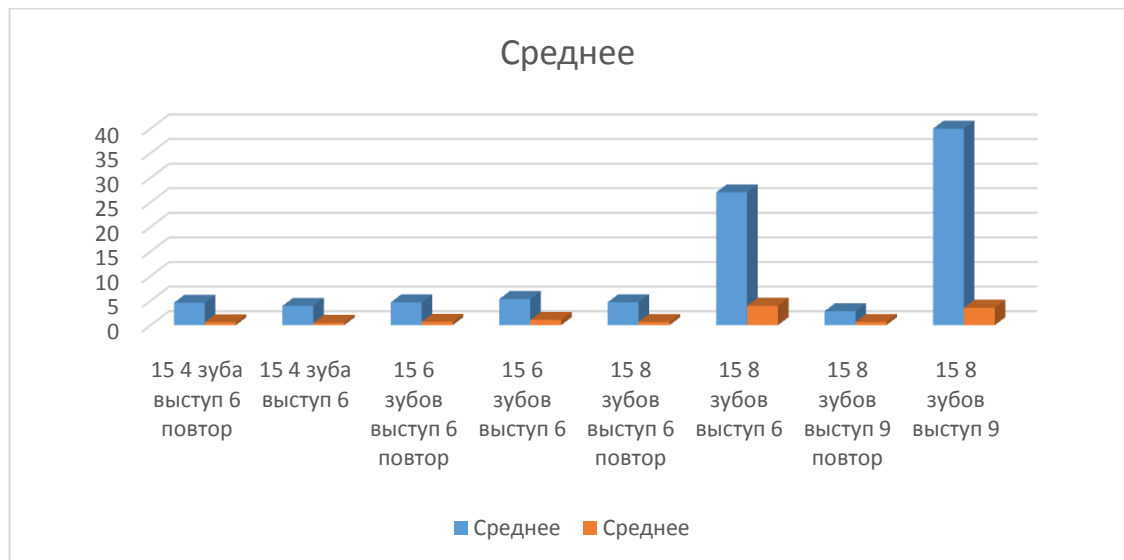


Рисунок 9 – Гистораммы средних значений давления рабочей жидкости

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При анализе проведенных исследований рабочих процессов технических средств для прокладки противопожарных полос установлено, что высокоэффективными являются агрегаты с активными рабочими органами, однако они не имеют рабочих органов для предварительного удаления горючих растительных материалов из потока грунта. Повышение эффективности работы лесопожарных машин возможно при применении шнековых рабочих для удаления напочвенного покрова.

2. Обоснована новая конструкция лесопожарного грунтомета – поло-сопрокладывателя с гидроприводом шнековых рабочих органов, которая решает задачу повышения эффективности работы, за счет улучшения качества рыхления и удаления горючих растительных материалов из потока грунта и предохранения шнека от перегрузок при преодолении препятствий.

3. 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 с помощью программы для ЭВМ (Свидетельство о регистрации № RU 2021663167, 12.08.2021).

4. 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.

5. В результате проведения виртуального эксперимента установлено, что при частоте вращения 300 об/мин и преодолении высоты препятствия 50 мм

минимальное среднее значение крутящего момента гидромотора составляет 1000 Н·м, а максимальное значение 1100 Н·м. При частоте вращения 400 об/мин и преодолении высоты препятствия 100 мм минимальное среднее значение крутящего момента составляет 1400 Н·м, а максимальное значение 1480 Н·м. Максимальное среднее значение тягового сопротивления 7279,79 Н наблюдается при преодолении препятствия высотой 100 мм и частоте вращения рабочего органа 400 об/мин, максимальное среднее значение силы на предохранительной пружине равно 8308,48 Н, а вертикальная сила на предохранительной пружине составляет 8308,48 Н.

6. Разработан лабораторный образец грунтомета–полосопрокладывателя и проведены полевые испытания. В результате статистической обработки осциллограмм давления рабочей жидкости в гидромоторе привода шнека при различном количестве и длине зубьев установлено, что при четырех зубьях среднее давление составляет 3,3 МПа, при шести зубьях 4,1 МПа, при восьми зубьях 5,3 МПа. Анализ экспериментальных данных, полученных при проведении опытов по методу полнофакторного эксперимента подтвердили результаты теоретических исследований. Годовой экономический эффект от внедрения экспериментального образца грунтомета–полосопрокладывателя со шнековыми рабочими органами для удаления горючих растительных остатков из потока метаемого грунта составляет 312445,73 руб., срок окупаемости 0,53 года.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

В изданиях, входящих в базы данных Scopus

1. Improving the efficiency of forest fire prevention and suppression with of forest fire machine Gnusov M.A., Popikov P.I., Malyukov S.V., Sherstyukov N.A., Pozdnyakov A.K. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2020. С. 32025.

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

2. Попиков П.И. Исследование влияния параметров шнекового барабана лесопожарного грунтомета-полосопрокладывателя на качество очистки потока грунта от напочвенного покрова /П.И. Попиков, А.К. Поздняков, М.А. Гнусов, А.Ф. Петков //Лесотехнический журнал. 2022. Т. 12. № 2 (46). С. 126-134.

3. Драпалюк М.В. Результаты имитационного моделирования рабочего процесса ротора-метателя лесопожарной грунтометательной машины Драпалюк М.В., Петков А.Ф., Поздняков А.К. Лесотехнический журнал. 2022. Т. 12. № 2 (46). С. 89-99.

4. Попиков П.И. Математическая модель взаимодействия шнековых рабочих органов лесопожарных грунтометательных машин с напочвенным покровом //Попиков П.И., Поздняков А.К. Лесотехнический журнал. 2021. Т. 11. № 1 (41). С. 163-171.

5. Попиков П.И., Поздняков А.К., Усков В.И., Лысыч М.Н., Гнусов М.А. Теоретическое исследование кинематических и динамических характеристик

шнекового рабочего органа лесопожарной грунтометательной машины. Лесотехнический журнал. 2021. Т. 11. № 3 (43). С. 140-151.

6. Попиков П.И., Попиков В.П., Шаров А.В., Петков А.Ф., Поздняков А.К. Влияние режимов работы лесопожарной грунтометательной машины с гидроприводом на показатели эффективности. Лесотехнический журнал. 2020. Т. 10. № 1 (37). С. 209-217.

В патентах, свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ

7. Попиков П.И. Лесопожарный грунтомет-полосопрокладыватель Попиков П.И., Бартенев И.М., Поздняков А.К., Лысыч М.Н., Попиков В.П., Петков А.Ф. Патент на изобретение 2762160 С1, 16.12.2021. Заявка № 2021117044 от 10.06.2021.

8. Бартенев И.М. Лесопожарная грунтометательная машина Бартенев И.М., Попиков П.И., Петков А.Ф., Поздняков А.К. Патент на изобретение 2762965 С1, 24.12.2021. Заявка № 2021121717 от 21.07.2021.

9. Попиков П.И., Поздняков А.К., Шаров А.В., Посметьев В.В., Попиков В.П. Программа для моделирования работы лесопожарной грунтометательной машины с гидроприводом активных рабочих органов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021617923, 20.05.2021. Заявка № 2021616891 от 04.05.2021.

10. Попиков П.И., Поздняков А.К., Гнусов М.А., Посметьев В.В., Попиков В.П. Программа для моделирования процесса взаимодействия шнекового рабочего органа лесопожарной грунтометательной машины с почвенно-растительной средой. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021663167, 12.08.2021. Заявка № 2021662214 от 02.08.2021.

В сборниках научных трудов и материалах конференций

11. Поздняков А.К. Анализ кинематических и динамических параметров шнекового рабочего органа грунтомета полосопрокладывателя на виртуальном стенде. В сборнике: Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Красноярск, 2023. С. 320-323.

12. Поздняков А.К. Имитационная модель очистки грунта от напочвенного покрова шнековым барабаном лесопожарного грунтомета-полосопрокладывателя. В сборнике: повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Восьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2022. С. 155-156.

13. Попиков П.И., Поздняков А.К., Попиков В.П., Петков А.Ф. Оптимизация параметров шнековых рабочих органов лесопожарной грунтометательной машины. В сборнике: Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Восьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2022. С. 161-162.

14. Поздняков А.К. Исследование кинематических и динамических характеристик шнекового рабочего органа грунтометательной машины на виртуальном стенде. В сборнике: Состояние и перспективы развития лесного

комплекса в странах СНГ. сборник статей II Международной научно-технической конференции в рамках Международного молодежного форума по лесопромышленному образованию (Лес-Наука-Инновации-2022). Белорусский государственный технологический университет. Минск, 2022. С. 207-211.

15. Поздняков А.К. Обзор кинематических и динамических характеристик шнекового рабочего органа грунтомета-полосопрокладывателя на виртуальном стенде в лесных условиях. В сборнике: Механика и машиностроение. Наука и практика. Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 111-112.

16. Поздняков А.К. Имитационная модель рабочего процесса шнекового барабана лесопожарного грунтомета полосопрокладывателя. В сборнике: Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. материалы международной научно-практической конференции. Воронеж, 2022. С. 75-79.

Просим Ваши отзывы на автореферат с заверенными подписями
высылать в двух экземплярах по адресу
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8,
ВГЛТУ, ученому секретарю

Поздняков Антон Константинович
Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Подписано к печати
Формат 60×90 1/16. Объем 1 п.л. Тираж 100 экз. Заказ
Отпечатано в УОП ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»
394087, г. Воронеж, ул. Докучаева, 10