

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора **Григорьева Игоря Владиславовича** на диссертационную работу **Прокудиной Анастасии Викторовны** «Обоснование параметров ротора кустореза с шарнирно-сочленёнными ножами для осветления лесных культур на вырубках» 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

1. Актуальность темы диссертации

Осветление - прием для выращивания долговечных лесных культур, позволяющий улучшить условия роста деревьев главной породы и регулировать их густоту. Необходимость осветления культур возникает уже на второй год после посадки, особенно в зонах смешанных лесов. Для срезания поросли используются кусторезы ручные тракторные с рабочими органами фрезерного типа. Механизация осветлений позволяет повысить эффективность работ, поэтому разработка новых машины и рабочих органов кусторезов является актуальной задачей.

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

Первое научное положение *рабочий процесс новой конструкции ротора кустореза с шарнирно-сочлененными ножевыми рабочими органами и трехмерная модель технологического оборудования, позволяющая получить рациональные значения геометрических характеристик всех звеньев кустореза.*

Проведенный анализ конструкций выявил наиболее предпочтительный вариант – шарнирно-сочлененный ротор. В настоящее время научные исследования все больше отходят от вывода аналитических зависимостей и использование численных методов, требующих специального программного обеспечения и навыков программирования в сторону решения научных и инженерных задач в средах не требующих навыков IT специалиста. В этой связи разработка трехмерной модели в CAD программе является первым этапом, на котором необходимо не создать конструкторскую документацию, как это делает инженер, а с точки зрения ученого-исследователя заложить достаточный минимум параметров геометрии и связей тел который позволит создать имитационную модель. Так при разработке ротора вместо крепежных деталей были использованы монолитные втулки, вместо подшипников, сопряжение тел по концентричности и т.д. Все это позволило не перегружать модель избыточными связями и звеньями выделив только наиболее важные узлы.

Таким образом, в разработанной трехмерной модели кустореза получены рациональные значения геометрических параметров с учетом их влияния на рабочий процесс резания.

Второе научное положение *имитационная модель рабочего процесса удаления поросли технологическим оборудованием, позволяющая обосновать необходимую мощность для заданного рабочего процесса срезания поросли.*

Разработанная в MATLAB имитационная модель физических процессов работы рамы и ротора кустореза позволила получить параметры функционирования машины. Определена рабочая зона резания – 0,26 м, и траектории движения ножа

при воздействии на него сил резания в диапазоне от 0,8 до 20 Н·м. Рассмотрено и показано положительное влияние пружины и демпфера на снижение колебаний ножа и предотвращение его вращения вокруг своей оси на 360°. Проведенный компьютерный эксперимент позволил рассчитать траектории тяг навески и двух ножей на роторах кусторезов, затраты мощности на роторе для отдельно стоящих ветвей диаметром 1 см достигают 200 Вт.

Таким образом, в результате компьютерного эксперимента на имитационной модели были рассчитаны траектории движения и затраты мощность на резания для заданного режима работы.

Третье научное положение обоснованные конструктивные параметры и режимы работы кустореза, позволяющие повысить эффективность срезания поросли.

В САПР спроектированы основные звенья кустореза с указанием геометрических и массовых характеристик, а также связей друг с другом. Проведенный компьютерный эксперимент для установленных конструктивных параметров позволил рассчитать траектории тяг навески и двух ножей на роторах кусторезов, а лабораторный эксперимент установить энергетические затраты исследуемых рабочих органов разработанной конструкции на режимах разгона, холостого хода и в процессе резания и оценить эффективность процесса резания поросли. На конструкцию ротора получен патент на полезную модель, что свидетельствует о её новизне

Таким образом, обоснованы конструктивные параметры и режимы работы кустореза.

Четвертое научное положение методика имитационного моделирования динамических систем в конструкции кустореза, позволяющая обосновать оптимальные параметры конструкции и рабочего процесса, обеспечивающие повышение качества срезания поросли.

Представленная хронология имитационного моделирования, показывающая необходимые этапы работы в программах по автоматизированному проектированию с математическими блоками MATLAB на примере кустореза, позволит использовать данный подход и при проектировании других машин. Полученные значения энергетических затрат разработанной, с помощью имитационного моделирования, конструкции ротора кустореза согласуются с результатами лабораторных исследований.

Таким образом, представленная методика имитационного моделирования позволила обосновать оптимальные параметры конструкции и рабочего процесса кустореза.

Пятое научное положение технико-экономические оценка эффективности рабочих процессов шарнирно-сочлененных ножевых рабочих органов, с учетом пониженной энергоёмкости и повышения производительности срезания поросли.

По результатам имитационного моделирования и лабораторного эксперимента были получены значения работ резания для шарнирно-сочлененных ножевых рабочих органов. При срезании отдельных порослевин у шарнирно-сочлененного рабочего органа затраты работы меньше на величину 5-10 % чем у ножевого. Работа резания отдельно стоящих порослевин на минимальных оборо-

тах у обоих рабочих органов находится в пределах 960-1062 Дж, на максимальных оборотах в пределах 1600-2500 Дж. При резании ротором с ножевым рабочим органом как правило происходит раскол места среза что связано с изогнутой формой на конце лезвия. При резании шарнирно-сочлененным рабочим органом срез гладки, но при диаметрах порослевин 2-3 см происходит зажим лезвия и повышенные затраты энергии. Для предлагаемого кустореза оптимальным является скорость подачи $V_n=1,25$ м/с, частота вращения роторов 2600 об/мин при радиусе ротора $R_p=0,19$ м, массе $m_p=1,25$ кг и количестве роторов на раме $K_{рот}=3$ шт. Применение нового кустореза с шарнирно-сочленённым рабочим органом для осветления лесных культур позволяет повысить производительность орудия: часовая – на 0,16 пог. км; сменная – на 1,23 пог. км; годовая – на 86,1 пог. км. Экономический эффект от применения нового кустореза составил 234964,8 рублей при сроке окупаемости 0,08 года.

Таким образом, проведенная технико-экономическая оценка шарнирно-сочлененных ножевых рабочих органов позволила определить энергоёмкость резания ими поросли и рассчитать экономический эффект.

Достоверность научных положений

Достоверность результатов, представленных в диссертационной работе, обосновывается широким спектром проведенных теоретических и экспериментальных исследований, что позволило достичь высокой степени сходимости результатов изучения рабочих процессов кустореза с шарнирно-сочлененным и ножевым рабочим органом. Для установления соответствия между практическими и теоретическими результатами были применены современные методы статистической обработки данных, полученных в ходе экспериментальных испытаний.

Научная новизна

В качестве научной новизны следует указать:

- разработана новая конструкция ротора кустореза с шарнирно-сочлененными ножевыми рабочими органами и трехмерная модель технологического оборудования, отличающаяся рациональными параметрами геометрических и массовых характеристики всех звеньев конструкции механизма;
- имитационная модель рабочего процесса удаления поросли технологическим оборудованием, отличающаяся учетом конструктивных параметров и режимов работы нового ротора кустореза;
- конструктивные параметры и режимы работы кустореза, отличающиеся эффективностью срезания поросли;
- методика имитационного моделирования динамических систем в конструкции кустореза, отличающаяся учетом комплексной оценки мощности рабочего процесса, обеспечивающего повышение качества срезания поросли;
- технико-экономические показатели эффективности рабочих процессов шарнирно-сочлененных ножевых рабочих органов, отличающейся снижением энергоёмкости и повышением качества срезания поросли.

Теоретическая значимость работы заключается в расширении основных положений теории взаимодействия активного рабочего органа кустореза роторного типа с древесно-кустарниковой растительностью.

Практическая значимость работы состоит в разработке новой конструк-

ции ротора кустореза, защищенной патентом, усовершенствовании технологического процесса и обосновании режима работы ротора кустореза, обеспечивающие повышение эффективности и качества срезания поросли. Разработанная имитационная модель динамической системы кустореза, позволяет с большей точностью исследовать процессы, происходящие во время работы кустореза, установить зависимости между параметрами кустореза и показателями его рабочего процесса и определить требуемую для срезания поросли мощность

Полученные результаты работы внедрены в Воронежском лесопожарном центре, Инжиниринговом центре и в учебном процессе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова».

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».

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научных изданиях.

Основные материалы диссертации опубликованы автором в 11 работах, в т.ч. 4 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 статья в издании из базы Scopus, один патент на полезную модель. Анализ опубликованного материала показывает, что содержащаяся в нем информация охватывает важнейшие аспекты, связанные с разработкой кусторезов с для осветления лесных культур на вырубках, и полностью соответствует результатам диссертации.

Оценка содержания и оформления диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения, а также библиографический список и приложений. Общий объем работы составил 147 страниц печатного текста, из них основного текста – 121 страница, библиографический список и приложения – 26 страниц. Работа включает 117 рисунков, 9 таблиц и 114 использованных источника, 9 из которых иностранные. 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.

Критические замечания

1. В обзорной главе приведены конструкции машин и рабочих органов из патентного исследования, целесообразно дополнить реальными машинами, которые используются в лесном хозяйстве.

2. В главе 3 приведено множество рисунков показывающих дерево проектирования и связи между деталями. Целесообразно перенести их в приложение, а в главе коротко сослаться на них.

3. Результаты проведенных опытов рис 3.52, 3.54, 3.56 были получены при высокой частоте поэтому присутствует так называем «лес». Для больше наглядности достаточно было отфильтровать снятые данные с частотой 10 Гц чтобы убрать лишние всплески.

4. Непонятно какая связь между распечатанным на 3D принтере макетом стенда и самим стендом, визуалью пропорции там разные.

5. Не дано таксационное описание участка, где проводились полевые исследования экспериментального образца и конкретное место (лесхоз, лесничество, квартал);

6. Не исследованы вопросы надежности и долговечности работы предлагаемых конструкций роторов кустореза применительно к диаметру срезаемой поросли.

Выводы по диссертационной работе

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, Прокудина Анастасия Викторовна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Официальный оппонент - доктор технических наук, (05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства») профессор, профессор кафедры «Технология и оборудование лесного комплекса» ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»,

Тел: +7(921)7513866, e-mail: silver73@inbox.ru.

Адрес: 677008, Республика Саха, г. Якутск,
ш. Сергеляхское 3 км., д.3

Григорьев

Игорь
Владиславович



2023 г.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Арктический государственный
агротехнологический университет»

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Начальник отдела кадров

И.И. Козлова
14. сентября 2023 г.