

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Черник Кристины Николаевны

«Система подачи семян с закрытой корневой системой в посадочный аппарат лесопосадочной машины», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины

Актуальность темы

Технология выращивания и посадки семян с закрытой корневой системой (ЗКС) доказала свою эффективность в аспекте повышения приживаемости растительного материала и минимизации рисков его гибели в стрессовых природных условиях. Помимо прочего, применение данной технологии позволяет значительно удлинить календарный период осуществления лесопосадочных работ, сделав возможным проведение соответствующих мероприятий на протяжении всей вегетации.

Тем не менее, нынешняя практика лесовосстановления характеризуется серьезными технологическими ограничениями, вызванными использованием традиционных лесопосадочных машин, производительность которых существенно лимитируется наличием ручной подачи семян в посадочный аппарат. Подобные процедуры заметно снижают темпы лесопосадочных работ, ухудшают качественные показатели и повышают вероятность пропусков посадочного материала.

Отечественная промышленность практически не выпускает лесопосадочные машины, оснащенные механизированными системами подачи семян в посадочный аппарат, что порождает необходимость разработки аналогичных технических решений, отличающихся высокой доступностью,

удобством эксплуатации и легкой ремонтпригодностью. Таким образом, создание рациональной и научно обоснованной системы подачи семян с ЗКС в посадочный аппарат лесопосадочной машины является важной исследовательской задачей, способствующей значительному улучшению продуктивности мероприятий по лесовосстановлению.

Степень обоснованности научных положений

Научные положения, выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертационной работе Черник К.Н., характеризуются достаточной обоснованностью.

Конструктивно-технологическая схема системы подачи семян с ЗКС в посадочный аппарат лесопосадочной машины непрерывного действия разработана на основе детального анализа текущих технологий и выявленных недостатков существующих решений. Предлагаемая схема учитывает особенности эксплуатации лесопосадочной техники и предназначена для устранения проблемы ручной подачи семян, обеспечивая стабильность и качество проводимых работ.

Математическая модель рабочих процессов системы подачи семян с ЗКС разработана с применением современных методов математического моделирования и специализированных программных средств (MathCAD, SolidWorks Motion). Модель подробно описывает взаимодействие элементов системы и позволяет объективно анализировать динамику процесса, формируя основы для подбора оптимальных режимов работы.

Эмпирически подтверждённая зависимость влияния основных факторов на величину усилия, возникающего при извлечении семян с ЗКС из кассет захватным механизмом, свидетельствует о преобладающей роли сопротивления корней в формировании указанного усилия. Влияние второстепенных факторов, таких как трение и собственная масса семени, оказались сравнительно

небольшими. Полученные экспериментальные данные позволяют корректно выбирать оптимальные конструктивные и эксплуатационные параметры системы, минимизируя нагрузку на механизмы захвата и обеспечивая необходимую энергоэффективность.

Научная новизна

Научная новизна работы заключается в комплексном подходе, направленном на модернизацию и повышение эффективности механизированной посадки семян с ЗКС лесопосадочными машинами непрерывного действия. Впервые разработаны детальная конструкция и алгоритм работы системы подачи семян с ЗКС, исключаящие ручной труд оператора и повышающие производительность лесопосадочных работ.

Автором проанализированы и учтены особенности машин непрерывного действия, что обеспечивает оптимальную организацию технологического процесса и минимизирует пропуски и сбои при посадке. Большое внимание уделено математическому моделированию рабочих процессов, позволяющему прогнозировать оптимальные параметры системы.

Результатом проведенных экспериментальных исследований является установленная зависимость между основными факторами, влияющими на процесс извлечения семян из кассет, и величиной усилия, возникающего при их извлечении. Полученные данные способствуют созданию надежной и эффективной лесопосадочной техники.

Моделирование и экспериментальные исследования позволили выявить оптимальные режимы работы системы подачи, обеспечивающие минимальные усилия на извлечение семян и максимальную производительность. Внесенный вклад в теорию и практику механизированного лесовосстановления демонстрирует комплексный подход к решению актуальной задачи повышения эффективности посадочных работ с использованием семян с ЗКС.

Практическая значимость исследования выражается в разработке конструкционно-технологической схемы и математической модели механизированной системы подачи семян с ЗКС в посадочный аппарат лесопосадочной машины непрерывного действия. Полученные результаты позволили разработать уникальную систему, обеспечивающую повышение производительности лесопосадочных работ до уровня 67,2%.

Эффективность предложенного решения подтверждена успешным внедрением результатов исследования в планы развития производственной компании ООО «Инсайт-проект» (г. Красноярск), что свидетельствует о готовности системы к реализации в лесохозяйственной практике и её значительной прикладной ценности.

Достоверность и апробация результатов

Эмпирически подтверждено влияние ключевых факторов на усилие извлечения семян из кассет, а оптимальные режимы работы лесопосадочной машины установлены на основе многофакторного эксперимента и регрессионного анализа.

Основные положения диссертации были доложены и обсуждены на семи научных конференциях, прошедших в Красноярске, Воронеже и Екатеринбурге в 2022—2024 годах. По результатам проведенных исследований опубликовано 12 печатных работ (из них 3 статьи в изданиях перечня ВАК).

Общая характеристика диссертации

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 100 наименований и 8 приложений. Текст работы изложен на 152 страницах, включая 48 рисунков и 19 таблиц.

Во введении автором обосновывается актуальность исследования, связанная с необходимостью совершенствования лесопосадочных машин

непрерывного действия, отмечена степень разработанности темы, сформулированы цели и задачи исследования, выделены предмет и объект исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведен анализ текущего состояния механизированной посадки семян с ЗКС, оценены преимущества и недостатки существующих лесопосадочных машин, охарактеризованы зарубежные разработки и подчеркнута необходимость создания отечественной системы подачи семян с ЗКС, способной повысить производительность и исключить ручной труд.

Во второй главе представлена разработанная схема системы подачи семян с ЗКС в лесопосадочную машину непрерывного действия. Описаны этапы работы системы: извлечение семян из кассет, их перемещение в накопитель, дальнейшую передачу в посадочный аппарат и сброс пустых кассет. Для согласования работы всех стадий введено условие синхронизации временных интервалов, зависящее от шага посадки и скорости передвижения лесопосадочной машины. Рассчитан запас семян, обеспечивающий непрерывную работу системы до завершения посадочных работ. Разработана математическая модель разрабатываемой системы подачи, учитывающая плавный S-образный профиль разгона и торможения. Выполнено моделирование режимов работы системы подачи и сделаны соответствующие выводы.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям рабочих процессов системы подачи семян с ЗКС в лесопосадочную машину непрерывного действия. На основе регрессионного анализа экспериментальных данных установлено, что при увеличении вместимости накопителя с 10 до 14 семян производительность первой секции снижается в диапазоне от 2,31 до 5,31 раза. Эффект усиления рабочей скорости машины отчетливо проявляется при уменьшении шага посадки: при шаге 1,98 метра увеличение скорости с 0,53 до 1 м/с приводит к приросту производительности первой секции в 2,11–2,36 раза, а

при шаге 0,62 метра аналогичный рост достигает 3,88–13,37 раза. Аналогичный тренд наблюдается и для второй секции: при шаге 1,98 метра прирост производительности составляет 3,00–3,69 раза, а при шаге 0,62 метра — 3,41–11,70 раза.

Объем накопителя не оказывает существенного влияния на производительность лесопосадочной машины. В результате анализа были определены оптимальные режимы работы лесопосадочной машины с системой подачи семян с ЗКС. Кроме того, экспериментально установлено, что наибольшее влияние на усилие извлечения семени из кассеты оказывает продольная сила корней (до 95,7 %), тогда как влияние силы трения и тяжести семени пренебрежимо мало (не более 4,3 %). Обрезка корней и использование толкателей незначительно снижает усилие извлечения (не более чем на 31 %), что не оправдывает дополнительное усложнение технологического процесса. На основании полученных данных рекомендуется исключить подготовительные операции, так как они не оказывают значительного положительного эффекта на работу системы.

В четвертой главе В четвертой главе проведено технико-экономическое обоснование системы подачи семян с ЗКС, затраты на изготовление которой составили 434 836,15 рублей (в 3,45 раза дешевле стандартно применяемой машины ZKT Wolf Pro). Ручная посадка семян обходится в 7,88 рублей за штуку (15 756 рублей на гектар), тогда как использование машин дискретного действия снижает затраты до 5,18 рублей за семя (10 350,6 рублей на гектар). Внедрение предлагаемой системы предполагает исключение ручного труда и снижение затрат на посадочные работы. Ожидается, что срок окупаемости системы составит 1,23 года.

Выводы по диссертационной работе соответствуют поставленным целям и задачам. Материал изложен логично и обоснованно. Однако имеется ряд замечаний и вопросов.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Выбранная тема соответствует выделенным приоритетным направлениям, однако недостаточно раскрыта актуальность научного исследования, в частности не отражена потребность в лесопосадке лесных сеянцев.

2. Обзор литературы включает только конструкции подачи сеянцев следовало бы представить также обзор и обоснование выбора базовой лесопосадочной машины.

3. В первые для Российской Федерации представлено новое конструктивное решение системы подачи сеянцев с закрытой корневой системой в посадочный аппарат лесопосадочной машины сеянцев с ЗКС, однако недостаточно полно раскрыта конкретная новизна конструкции.

4. Не в полной мере представлено обоснование выбора математической модели.

5. Рисунки, схемы и формулы выполнены на высоком уровне, однако в работе присутствуют опечатки и неточности оформления, например: рисунок 3.12 смещена подрисуночная надпись, не на всех диаграммах достаточно разборчивы цифры на шкалах, например: рисунок 3.13, в приложении Б символы в формулах едва читаемые, в описательной части к формулам не везде присутствуют знаки препинания.

6. В работе указано что были проведены экспериментальные исследования, следовало бы уточнить лабораторные и / или полевые?

7. В выводах диссертационного исследования не полностью представлены данные анализа полученных результатов, следовало бы выделить область использования результатов проведённых исследований.

Заключение

Диссертация Черник Кристины Николаевны на тему «Система подачи сеянцев с закрытой корневой системой в посадочный аппарат лесопосадочной

машины» является законченной научно-квалификационной работой, соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020 № 751), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения искомой степени по специальности 4.3,4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Официальный оппонент,

доктор технических наук (4.3.4 – Технологии, машины и оборудование лесного хозяйства и переработки древесины), и.о. заведующего кафедрой БЖД и ПО федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова».

Адрес: 394087, Воронежская область, город Воронеж, улица Тимирязева,
дом 8

Тел. +7(473) 2537738

E-mail: mgnusov@ya.ru

21.11.2025

Гнусов Максим Александрович



Гнусова М. А.
21.11.2025