

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025\_44-47

УДК 634.0.36

# СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБРЕЗКИ СУЧЬЕВ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРВЕСТЕРНОЙ ГОЛОВКОЙ

## A STAND FOR EXPERIMENTAL STUDY OF THE PROCESS OF PRUNING BRANCHES WITH A PULSE HARVESTER HEAD

**Серяков С.А.**, преподаватель, технологический колледж Императора Петра I Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия.

**Seryakov S.A.**, lecturer, Technological College of Emperor Peter I of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

**Николаев В.В.**, аспирант, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

**Nikolaev V.V.**, postgraduate student, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

**Григорьев И.В.**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

**Grigorev I.V.**, Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

**Аннотация:** В статье изложена разработка механизма протаскивания харвестерной головки циклического действия в процессе обрезки сучьев хвойных и лиственных пород деревьев простых и сложных форм. Известные харвестерные головки недостаточно эффективны для обработки таких деревьев в сложных климатических условиях. Для решения этих задач требуются проекты конструкции подающих механизмов, решающие поставленные задачи. На данном этапе произведено моделирование и собран подающий и срезающий механизмы. Данная установка будет применяться для экспериментальных исследований без стружечного срезания сучьев деревьев с различными переменными факторами. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства». Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

**Abstract:** The article describes the development of a mechanism for dragging a cyclic harvester head in the process of pruning branches of coniferous and deciduous trees of simple and complex shapes. The known harvester heads are not effective enough for processing such trees in difficult climatic conditions. To solve these problems, designs of feeding mechanisms are required to solve the tasks set. At this stage, modeling has been performed and the feeding and shearing mechanisms have been assembled. This installation will be used for experimental studies of chipless cutting of tree branches with various variable factors. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, [https://rscf.ru/project/23-16-00092 /](https://rscf.ru/project/23-16-00092/).

**Ключевые слова:** обрезка сучьев, импульсные харвестерные головки, экспериментальный стенд.

**Keywords:** pruning of branches, pulse harvester heads, experimental stand.

Как известно, одним из основных методов научного проникновения являются экспериментальные исследования, позволяющие верифицировать теоретические разработки, определить граничные значения изучаемых процессов и величин, и т.д. [1, 2].

Целью, рассматриваемой в настоящей статье разработки - проектируемой экспериментальной установки являлось создать лабораторный агрегат, позволяющий проанализировать работу гидравлической системы импульсной харвестерной головки, а также определить потребляемую мощность на срезание сучьев деревьев при различных переменных факторах.

При проектировании и сборке установки поставлены и решены следующие задачи:

- Разработка предварительного чертежа.
- Проектирование 3D модели по заданным параметрам.
- Подбор материалов и составных элементов для экспериментальной модели.
- Изготовление базовой рамы.
- Сборка кинематической и гидравлической схемы.
- Регулировочные и наладочные работы.
- Испытание в заданных условиях работы.

Для проектирования рассматриваемой экспериментальной установки использовалась программа КОМПАС-3D v20. Затем была разработана 3D модель установки.

Для обеспечения работоспособности рассматриваемой экспериментальной установки необходимо было разработать гидравлическую систему с заданными параметрами. Она должна обеспечить, изменяемую скорость движения испытуемого образца, позволить срезать сучья с различными заданными параметрами, а также обеспечить гарантированную потребную мощность при срезании сучьев. Исходя из этих условий, спроектирована и собрана гидравлическая система, представленная на рисунке 1.

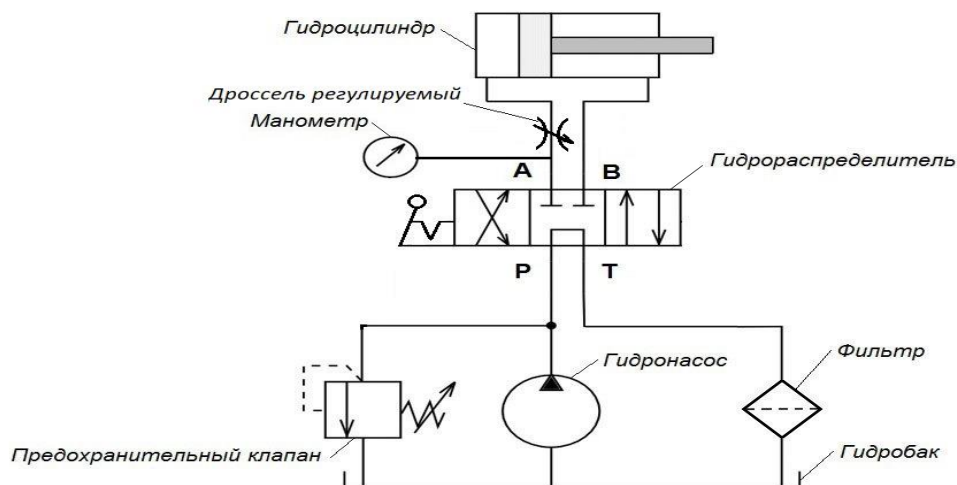


Рисунок 1 – Гидравлическая схема экспериментальной установки.

Моделирование процесса срезания сучьев импульсной харвестерной головкой несколько отличается от других вариантов резания древесины. В отличие от многих исследований резания, основанных на типе и сечении стружки для нескольких операций механической обработки, в рассматриваемом случае невозможно определить стружку, поскольку «стружка» - это целая ветвь. Отсутствие в литературе модели резания, репрезентативной для операции обрезки сучьев, подтвердило необходимость разработки оригинальной прогнозирующей модели силы резания. Геометрия места резания определяется на основе подхода Маккензи. При этом для определения процесса резки используются два угла. Первый формируется режущей кромкой в направлении срезания, второй - направлением скорости резания в направлении движения ножа. В результате, обрезку сучьев можно рассматривать, как процесс перпендикулярного резания под углом  $90^\circ$ - $90^\circ$ , иногда называемый поперечным.

Корреляционный анализ показал, что в ходе ранее проведенного предварительного исследования, было разработано определение сокращенной модели механизма резания экспериментальной установки. По результатам изучения физики процессов была разработана экспериментальная установка, которая позволит изучить процесс срезания сучья в различных заданных условиях. Для реализации углов резания была применён стационарный нож от харвестерной головки компании Silvatec (рисунок 2).



Рисунок 2 – Стационарный нож харвестерной головки компании Silvatec

Разработка харвестерной головки, более приспособленной для обработки и валки сложных деревьев в сложных климатических и производственных условиях необходима для того, чтобы справиться с нехваткой работников ручного труда (вальщиков леса) и низким уровнем механизации при рубках сложных стволов хвойных и лиственных пород деревьев [3]. На разрабатываемой экспериментальной установке будут проанализированы, зависимости постоянных и переменных факторов, влияющих на мощность системы базовой машины, на которую будет устанавливаться импульсная харвестерная головка. Это, в свою очередь, может послужить базой при проектировании отечественных прототипов импульсных харвестерных головок. Также результаты исследования позволят выбирать оптимальные сочетания для подбора импульсной харвестерной головки и базовой лесозаготовительной машины-носителя. На данном этапе произведено моделирование и собран подающий и срезающий механизмы. Данная установка будет применяться в области экспериментальных исследований без стружечного срезания сучьев с деревьев с различными переменными факторами.

В конечном итоге, представленная в статье разработка может послужить задаче импортозамещения в области лесного машиностроения [5, 6].

### Список литературы

1. Скобцов И.Г., Куницкая О.А. Экспериментальная проверка адекватности математической модели напряженно-деформированного состояния защитного устройства кабины колесного скиддера // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2023. № 5. С. 52-63.
2. Новиков М.С., Куницкая О.А., Рудов С.Е., Каляшов В.А. Экспериментальное исследование динамики температур слоев лесного почвогрунта криолитозоны // Устойчивое развитие сельского хозяйства и агросистем будущего в Арктике. Сборник научных статей по материалам Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. 2023. С. 713-718.
3. Григорьева О.И. Повышение эффективности проведения рубок ухода за лесом // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 65-летию высшего лесного образования в Республике Карелия. 2016. С. 70-73.
4. Куницкая О.А., Должиков И.С., Сивцева Т.В., Степанищева М.В., Ревяко С.И., Калита О.Н. Динамика российского рынка лесных машин в XXI веке // Системы. Методы. Технологии. 2024. № 4 (64). С. 75-82.
5. Куницкая О.А., Макуев В.А., Стородубцева Т.Н., Калита Г.А., Ревяко С.И., Тимохов Р.С. Проблемы повышения качества отечественного лесного машиностроения // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 4 (56). С. 57-63.

### References

1. Skobtsov I.G., Kunitskaya O.A. Experimental verification of the adequacy of a mathematical model of the stress-strain state of the protective device of a wheeled skidder cabin // Occupational safety and health in logging and woodworking industries. 2023. No. 5. pp. 52-63.
2. Novikov M.S., Kunitskaya O.A., Rudov S.E., Kalyashov V.A. Experimental study of temperature dynamics of cryolithozone forest soil layers // Sustainable development of agriculture and agro-systems of the future in the Arctic. Collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian Student scientific and practical conference with international participation. 2023. pp. 713-718.
3. Grigoreva O.I. Improving the efficiency of logging and forest maintenance // Improving the efficiency of the forest complex. Materials of the Second All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, dedicated to the 65th anniversary of higher forestry education in the Republic of Karelia. 2016. pp. 70-73.
4. Kunitskaya O.A., Dolzhikov I.S., Sivtseva T.V., Stepanishcheva M.V., Revyako S.I., Kalita O.N. Dynamics of the Russian market of forest machinery in the 21st century. Methods. Technologies. 2024. No. 4 (64). pp. 75-82.
5. Kunitskaya O.A., Makuev V.A., Storodubtseva T.N., Kalita G.A., Revyako S.I., Timokhov R.S. Problems of improving the quality of domestic forestry engineering // The system. Methods. Technologies. 2022. No. 4 (56). pp. 57-63.