

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_71-74

УДК 630*372/375

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ENERGY EFFICIENCY OF UNIVERSAL LOGGING MACHINES

Швецов А.С., начальник лаборатории
Филиал Военного учебно-научного центра
военно-воздушных сил «Военно-воздушная
академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» в г. Сызрань, Россия,
Сызрань

Должиков И.С., кандидат технических наук,
доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-строительный
университет», Россия, Санкт-Петербург

Куницкая О.А., доктор технических наук,
профессор, ФГБОУ ВО «Арктический
государственный агротехнологический
университет», Россия, Якутск

Shvetsov A.S., Head of the Laboratory, Branch
of the Military Training and Scientific Center
of the Air Force "Military Air Academy named
after Professor N. E. Zhukovsky and Yu.A.
Gagarin" in Syzran, Russia, Syzran

Dolzhikov I.S., Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor, St. Petersburg
State University of Architecture and Civil
Engineering, Saint Petersburg, Russia

Kunitskaya O.A., Doctor of Technical
Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State
Agrotechnological University», Yakutsk,
Russia

Аннотация: Представлен технологической работы валочно-трелевочно-процессорной машины «Highlander», производства австрийской компании «Konrad Forsttechnik GmbH». Обоснованы наиболее рациональные варианты ее использования (технологии работы), с точки зрения энергетической эффективности. 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 technological operation of the Highlander roller-skidding processor machine, manufactured by the Austrian company Konrad Forsttechnik GmbH, is presented. The most rational options for its use (operating technology) from the point of view of energy efficiency are substantiated. 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: лесосырьевые запасы, цифровое, условное клеймение деревьев, дистанционное зондирование, интеллектуальный комплекс.

Keywords: forest resources, digital, conditional tree branding, remote sensing, intelligent complex.

Из теории лесозаготовительного производства известно [1], что для сравнительной оценки технологических процессов и систем машин лесосечных работ, а также одномашинных комплексов, желательно использовать такой набор показателей, который позволил бы исключать воздействие субъективных факторов, например, квалификацию

оператора, техническое состояние машин, качество их технического обслуживания, и т.п. Оценочные показатели для сравнительной оценки технологических процессов и систем машин лесосечных работ, прежде всего, должны учитывать природно-производственные факторы – таксационные характеристики вырубаемых лесных насаждений, почвенно-грунтовые и рельефные условия [2].

Наиболее универсальными такими показателями являются энергоемкость (энергетическая эффективность) работы машин и их производительность [3].

В технологических расчетах принято рассчитывать часовую производительность машин, и их сменную производительность, зависящую от часовой производительности, продолжительности смены, времени, затрачиваемого на подготовительно-заключительные операции (например, прогрев двигателя и гидросистемы перед началом работы, ежесменное техническое обслуживание, и т.д.), а также коэффициента использования рабочего времени [4]. Но с точки зрения именно сравнительного оценочного показателя энергетической эффективности наиболее точным будет являться часовая производительность, а точнее математическое ожидание часовой производительности, под которым понимают производительность машины при полной загрузке двигателя, с максимальными, из допустимых, скоростями работы технологического оборудования, с исключением из учета временных затрат на холостые переезды, простои, и выполнение не основных операций [5].

Соответственно, действительная производительность системы лесосечных машин, или одномашинного комплекса, отличается от ее математического ожидания учетом временных затрат на холостые переезды, простои, и выполнение не основных операций, и, в большинстве случаев, будет меньше по величине, при прочих равных условиях.

В процессе выполнения лесосечных работ машинными комплексами выполняются обрабатывающие (рабочие и смешанные) – валка деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка, и транспортные операции – сбор пачек лесоматериалов, трелевка, штабелевка, погрузка.

Местом выполнения обрезки сучьев и раскряжевки могут являться пасеки, или верхние склады. В последнем варианте наблюдается концентрация предмета труда, что позволяет повысить производительность.

Из теории лесозаготовительного производства известно, что транспортные операции лесосечных работ являются более энергоемкими, чем обрабатывающие. При этом общие затраты энергии на освоение единицы площади лесосеки ($\text{кВт} \cdot \text{ч/га}$, или МДж/га) включают в себя затраты энергии на холостые и рабочие перемещения машин, на привод технологического оборудования, на обработку деревьев.

При прочих равных условиях (запасе леса на га, среднем объеме хлыста, породном составе, температуре) затраты энергии будут зависеть от количества выполняемых с деревьями обрабатывающих операций.

Валочно-трелевочно-процессорные машины (ВТПМ) могут работать со значительной вариативностью технологических схем использования, например, как валочные машины, как валочно-пакетирующие, как валочно-сучкорезные, как харвестеры – т.е. в режиме обрабатывающих машин; а также как валочно-трелевочные, как валочно-сучкорезно-трелевочные, как валочно-трелевочно-сучкорезные, как валочно-трелевочно-сучкорезно-раскряжевочные – т.е. в режиме обрабатывающе-транспортных машин.

В данный перечень не включен еще вариант использования ВТПМ для погрузки лесоматериалов на лесовозный транспорт, а надо учитывать, что машины «Highlander», производства австрийской компании «Konrad Forsttechnik GmbH» имеют такую конструктивную возможность.

При оценке энергетической эффективности вариантов использования ВТПМ наиболее рациональным представляется комплексный анализ, позволяющий учесть не только затраты энергии на определенную операцию – валку, обрезку сучьев, укладку в кониковый зажим, и т.д., но и влияние места и факта ее выполнения на последующие показатели работы машины.

Например, при проведении исследовательских испытаний ВТПМ «Highlander», осенью 2024 г. (без снежного покрова) на лесосеках в Хилокском районе Забайкальского края, расположенных на землях, закрепленных за Бадинским лесничеством, на территории одноименного участкового лесничества, в квартале 87, было установлено, что если ВТПМ после валки дерева сразу производит его очистку от сучьев, а затем укладывает комлем в кониковый зажим, то затраты энергии (расход топлива) при сборе и трелевке полновесных пачек с одной пасеки уменьшаются в пределах 5-10%, по сравнению с вариантом сбора и трелевки пачек деревьев. Экономия энергии (расхода топлива) тем больше, чем больше расстояние трелевки. Этот эффект, очевидно, вызван тем, что сила сопротивления волочению вершинных концов хлыстов в пачке меньше, нежели вершинных концов деревьев с кроной в такой же пачке.

При проведении исследовательских испытаний ВТПМ были выбраны лесосеки с хорошими почвенно-грунтовыми условиями. Но при этом можно утверждать, что если срезаемую с деревьев крону часть укладывать пасечные волокна при плохих почвенно-грунтовых условиях, то можно будет снизить интенсивность колееобразования, и, соответственно также и затраты энергии на преодоление пути [6].

Если же проанализировать общие затраты энергии на классический вариант работы ВТПМ – валка-сбор пачки-трелевка-обрезка сучьев-раскряжевка-штабелевка, и вариант с обрезкой сучьев на пасеке, т.е. валка-обрезка сучьев-сбор пачки-трелевка-раскряжевка-штабелевка, то, при прочих равных условиях, энергетическая эффективность будет больше у второго варианта, за счет уменьшения сил сопротивления перемещению волочащейся части пачки, при небольшом дополнительном перемещении технологического оборудования – дополнительной возвратной прокатке ствола харвестерной головкой. И чем больше расстояние трелевки – тем более энергетически эффективным будет такой вариант. При этом варианте производительность ВТПМ практически не меняется из-за больших рабочих скоростей работы валцов харвестерной головки.

Большим достоинством ВТПМ, как и харвардера, является отсутствие необходимости в холостых перемещениях дополнительных лесных машин, например, трелевочных тракторов. И при этом их общим недостатком является необходимость перемещения достаточно массивного технологического оборудования – харвестерной головки, при выполнении транспортных операций.

У форвестера харвестерная головка при выполнении транспортных операций заменяется на относительно легкий грейферный захват, но при этом форвестеру приходится делать больше холостых ходов для сбора и трелевки пачек сортиментов.

Список литературы

1. Григорьев И.В., Григорьева О.И., Никифорова А.И., Глуховский В.М. Перспективные направления развития технологических процессов лесосечных работ // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2016. № 2 (184). С. 109-116.
2. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Повышение экологической эффективности лесохозяйственного производства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 3-4 (8-4). С. 51-55.
3. Григорьев И.В., Григорьева О.И., Вернер Н.Н. Системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5. № 5 (31). С. 438-443.
4. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Постановка задачи экономической оценки улучшения условий труда и безопасности работы операторов лесных машин // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 4. С. 43-48.
5. Марков О.Б., Воронов Р.В., Давтян А.Б., Григорьев И.В., Калита Г.А. Математическая модель выбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Деревообрабатывающая промышленность. 2021. № 1. С. 16-26.
6. Никифорова А.И., Хитров Е.Г., Пельмский А.А., Григорьева О.И. Определение осадки при движении лесозаготовительной машины по двуслойному основанию // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 2 (139). С. 87-91.

References

1. Grigorev I.V., Grigoreva O.I., Nikiforova A.I., Glukhovsky V.M. Promising directions for the development of technological processes of logging operations // Proceedings of BSTU. No. 2. Forestry and woodworking industry. 2016. No. 2 (184). pp. 109-116.
2. Grigorev I.V., Grigoreva O.I. Improving the environmental efficiency of forestry production // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2014. Vol. 2. No. 3-4 (8-4). pp. 51-55.
3. Grigorev I.V., Grigoreva O.I., Werner N.N. Systems of machines for the creation and operation of forest plantations // Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2017. Vol. 5. No. 5 (31). pp. 438-443.
4. Grigorev I.V., Grigoreva O.I. Setting the task of economic assessment of improving working conditions and safety of operators of forest machinery // Occupational safety and health in logging and woodworking industries. 2022. No. 4. pp. 43-48.
5. Markov O.B., Voronov R.V., Davtyan A.B., Grigorev I.V., Kalita G.A. A mathematical model for selecting a system of machines for creating and operating forest plantations. // The woodworking industry. 2021. No. 1. pp. 16-26.
6. Nikiforova A.I., Khitrov E.G., Pelymsky A.A., Grigoreva O.I. Determination of precipitation during the movement of a logging machine on a two-layer base // Scientific notes of Petrozavodsk State University. 2014. No. 2 (139). pp. 87-91.