

УДК 630*377.44

Д. В. Клоков¹, А. А. Ермалицкий², Е. А. Леонов¹¹Белорусский государственный технологический университет²Белорусский национальный технический университет**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОРВАРДЕРОВ 6К6
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОСНОВНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

В условиях перехода лесной промышленности на способы хозяйствования, базирующиеся на улучшении экологического состояния окружающей среды на разных фазах технологического процесса, соблюдении приоритетов ресурсосбережения и внедрении безотходных технологий, особую значимость приобретают методы оценки технических средств механизации по экономическим, экологическим и энергетическим критериям. Одним из показателей, используя который можно дать объективную оценку как вновь создаваемым машинам, так и существующим и проанализировать влияние всевозможных факторов и лесорастительных условий на производительность машин, является энергоёмкость технологических операций.

Оценить влияние природно-производственных условий на эффективную работу погрузочно-транспортной машины при заготовке древесины возможно лишь при известных параметрах, величины которых носят случайный характер. Погрузочно-транспортная машина может работать в двух фазах лесозаготовительного процесса: в первой фазе сортименты трелюются к лесопогрузочному пункту (верхнему складу) лесосеки; во второй – сортименты транспортируются из лесосеки на промежуточный склад по лесовозной дороге, как правило, с гравийным покрытием.

Получены новые данные по энергоёмкости рабочего процесса погрузочно-транспортной машины в условиях эксплуатации лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятий Республики Беларусь.

Ключевые слова: лесная машина, энергоёмкость, форвардер, технологическое оборудование, расстояние подвозки, движитель.

D. V. Klokov¹, A. A. Yermalitski², E. A. Leonov¹¹Belarusian State Technological University²Belarusian National Technical University**FEATURES OF EXPLOITATION DURING FORWARDERS 6K6
MAJOR WORKS IN FOREST**

In the transition forest industry on ways of management, based on improving the state of the environment on the different phases of the process, respecting the priorities of resource saving and introduction of non-waste technology, acquire a special significance methods for estimating technical means of mechanization on economic, environmental and energy criteria. One of the indicators, using which you can make an objective assessment of how the newly created machines, and existing and analyze the impact of various factors and site conditions on the performance of machines, is the energy intensity of technological operations.

To assess the effects of natural and production conditions for effective work of loading and transport machines during harvesting is possible only under certain parameters whose values are random. Loading and transport the machine can work in two phases logging process: in the first phase of the forest assortments move the loading point (the upper landing) cutting area; second – assortments are transported from the cutting area to the intermediate storage on a forest road, usually with gravel.

New data on the energy consumption of the working process of loading and transport vehicles under operating conditions of forestry and logging enterprises of the Republic of Belarus.

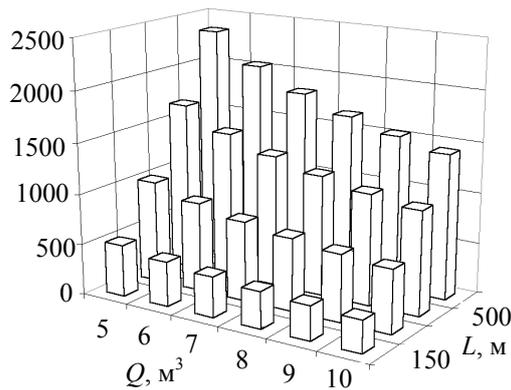
Key words: forest machine, power consumption, forwarder, technological equipment, transport distance, propulsion.

Введение. При рассмотрении вопросов дальнейших преобразований и развития лесного комплекса Республики Беларусь правительством принято решение об утверждении Государственной программы «Белорусский лес» на 2016–2020 годы, предусматривающей увеличение объема переработки древесины внутри страны на 95% и обеспечение глубины ее переработки выше 80% [1].

Успешная реализация поставленных задач будет зависеть от эффективности работы организаций

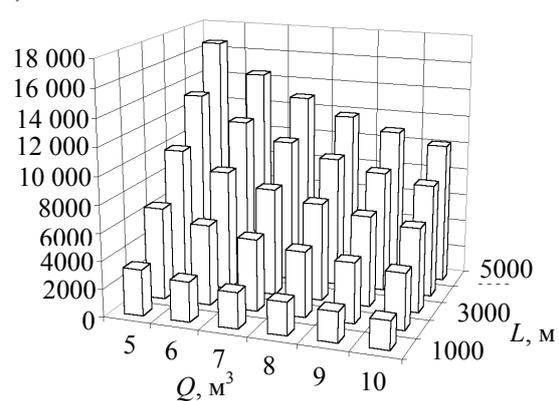
лесного комплекса, осуществляющих лесозаготовки на основе современных технологических процессов, а также активного развития отечественного лесного машиностроения. Значимость последнего фактора усиливают тенденции импортозамещения во всех сферах промышленного производства. Примером чему является участие в создании лесной техники целого ряда машиностроительных предприятий, и в первую очередь ОАО «Минский тракторный завод» и холдинга «АМКОДОР».

Э, кВт·ч/га



а

Э, кВт·ч/га



б

Зависимость удельной энергоёмкости трелевки сортиментов погрузочно-транспортной машиной 6К6 от рейсовой нагрузки (Q) и расстояния перемещения ($L_{тр}$) при первой (а) и второй (б) фазе лесозаготовительного процесса

Основой для расширения типоразмерного ряда современных лесных машин в настоящее время являются выпускаемые серийно многооперационные машины на базе шарнирно-сочлененного шасси [2].

Основная часть. Одним из показателей, используя который можно дать объективную оценку как вновь создаваемым машинам, так и существующим и проанализировать влияние всевозможных факторов и лесорастительных условий на производительность машин, является энергоёмкость технологических операций [3]. Данный критерий используется многими исследователями при обосновании параметров лесозаготовительной техники, разработке и анализе технологических процессов.

Оценить влияние природно-производственных условий на эффективную работу погрузочно-транспортной машины при заготовке древесины возможно лишь при известных параметрах, величины которых носят случайный характер. Погрузочно-транспортная машина (форвардер) может работать в двух фазах лесозаготовительного процесса: в первой фазе сортименты трелюются к лесопогрузочному пункту (верхнему складу) лесосеки; во второй – сортименты транспортируются из лесосеки на промежуточный или нижний склад по лесным дорогам, как правило, с гравийным покрытием.

Удельные затраты энергии на трелевку лесоматериалов погрузочно-транспортной машиной будут составлять (с учетом сбора пакета и его загрузки и выгрузки):

$$\begin{aligned} \text{Э} = c \cdot g \cdot n_{п} \cdot \left[f_{м} \frac{k_0 \cdot v_0}{\eta_{тр}} \cdot (2 \cdot m_{м} \cdot l_{ср} + \right. \\ \left. + m_{п} \cdot l_{ср} - 0,5 \cdot m_{п} \cdot l_{п.пер}) + m_{п} \cdot \Delta \cdot \frac{k_{01} \cdot v_{м}}{a_2 \cdot \eta_{т} \cdot \eta_{м}} \right], \end{aligned}$$

где c – коэффициент пропорциональности; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; $n_{п}$ – число пачек на 1 га площади лесосеки; $f_{м}$ – коэффициент сопротивления движению машины; k_0 – коэффициент увеличения пути движения машины по отношению к расчетному; v_0 – коэффициент увеличения затрат энергии за счет непроизводительных движений и трогания с места; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии машины; $m_{м}$ – масса машины, т; $m_{п}$ – масса пачки, т; $l_{ср}$ – расстояние трелевки, м; $l_{п.пер}$ – расстояние, которое проходит машина, чтобы загрузить пачку сортиментов, м; Δ – ширина разрабатываемой ленты леса, м; k_{01} – коэффициент увеличения пути укладки сортиментов в пакетирующее устройство по отношению к расчетному; $v_{м}$ – коэффициент, учитывающий увеличение затрат энергии за счет непроизводительных движений рабочих устройств машины; a_2 – коэффициент, учитывающий расположение ленты леса относительно продольной оси машины (при расположении ленты с одной стороны $a_2 = 1$; с двух сторон $a_2 = 2$); $\eta_{т}$, $\eta_{м}$ – КПД устройств, передающих энергию от двигателя машины к приводу технологического оборудования и соответствующего технологического оборудования.

Использование данной методики позволяет произвести оценку эффективности применения погрузочно-транспортной машины в различных природно-производственных условиях.

На рисунке представлены графические зависимости удельной энергоёмкости процесса трелевки древесного сырья, включающего операции: холостой ход, сбор и выгрузка пачки, грузовой ход, от величины рейсовой нагрузки форвардера при первой и второй фазах транспортировки сортиментов.

Интенсивность изменения удельной энергоёмкости неравномерная. При уменьшении ве-

личины рейсовой нагрузки от 9 до 8 м³ увеличение энергозатрат составляет 7,5%, при дальнейшем уменьшении рейсовой нагрузки до 7,6 и 5 м³ энергозатраты возрастают соответственно на 15,7 и 34,2%.

Проведенный анализ показал, что затраты на передвижение форвардера являются наибольшей составляющей при расчете суммарной энергоемкости процесса.

Для определения оптимальных значений факторов, влияющих на рабочий процесс машины, решалась задача однокритериальной многопараметрической оптимизации с граничными условиями.

Анализ полученных результатов показывает, что величину $L_{тр}$ рекомендуется принимать

в диапазоне 200–300 м, Q – 8,3–9,2 м³, вылет гидроманипулятора $l_{ман}$ – 9,3–10,2 м. Применение указанных оптимизированных параметров позволит снизить затраты энергии на трелевку сортиментов и повысить экологическую совместимость машины с лесной средой, что связано с уменьшением числа проходов машины по одному следу.

Заключение. Приведенные оценочная методика и расчетные значения удельной энергоемкости дают возможность установить влияние природно-производственных факторов на технико-эксплуатационные показатели работы машин типа 6К6, обеспечить комплексный подход к оценке эффективности их применения с учетом капиталовложений и эксплуатационных затрат.

Литература

1. Лес и человек-2015. Деревообработка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bellesbumprom.by/ru/press-tsentr/novost/783-les-i-chelovek-2015-derevoobrabotka> (дата доступа: 15.02.2016).
2. Матвейко А. П., Клоков Д. В., Протас П. А. Технология и оборудование лесосечных и лесоскладских работ. Практикум. Минск: БГТУ, 2013. 199 с.
3. Ермалицкий А. А., Клоков Д. В. Методика оценки средств механизации лесопогрузочных операций по критерию энергоемкости // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. 2007. Вып. XV. С. 63–67.

References

1. *Les i chelovek-2015. Derevoobrabotka* [Forest and Man-2015. Woodworking]. Available at: <http://bellesbumprom.by/ru/press-tsentr/novost/783-les-i-chelovek-2015-derevoobrabotka> (accessed: 15.02.2016).
2. Matveyko A. P., Klovok D. V., Protas P. A. *Tekhnologiya i oborudovanie lesosechnykh i lesoskladskikh rabot. Praktikum* [Technology and equipment for logging and landing works. Practical work]. Minsk, BGTU Publ., 2013. 199 p.
3. Yermalitski A. A., Klovok D. V. Methods of assessment of forest mechanization of loading operations on the criterion of energy consumption. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2007, series II, Forest and Woodworking Industry, issue XV, pp. 63–67 (In Russian).

Информация об авторах

Клоков Дмитрий Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: klokov_dm@mail.ru

Ермалицкий Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительных и дорожных машин. Белорусский национальный технический университет (220014 г. Минск, просп. Независимости, 150, учебный корпус 15, Республика Беларусь). E-mail: ermalitski_aa@mail.ru

Леонов Евгений Анатольевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: debager13@rambler.ru

Information about the authors

Klovok Dmitriy Viktorovich – PhD (Engineering), Assistant Professor of the Department of Logging Machinery and Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: klokov_dm@mail.ru

Yermalitski Andrey Aleksandrovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Building and Road Machines. Belarusian National Technical University (150, Nezavisimosty Ave, building 15, 220013, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ermalitski_aa@mail.ru

Leonov Evgeniy Anatol'evich – PhD (Engineering), Senior Lecturer of the Department of Logging Machinery and Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: debager13@rambler.ru

Поступила 15.02.2016