

DOI: 10.58168/MOTOR2024_82-88

УДК 629*13

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Посметьев В.И.

доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
машиностроительных технологий
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», г.
Воронеж, РФ

Матяшов А.Е.

аспирант кафедры
машиностроительных технологий
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Федоркевич К.И.

магистрант кафедры
производства, ремонта и эксплуатации
машин ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Бормотина Е.А.

магистрант кафедры
производства, ремонта и эксплуатации
машин ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Nikonov V.O.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Posmetev V.I.

dr. sci. tech. prof., prof. of department of
mechanical engineering technologies
Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education "Voronezh
State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov",
Voronezh, RF

Matyashov A.E.

postgraduate student of the department of
mechanical engineering technologies
Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Fedorkevich K.I.

undergraduate student of the repair and
operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Bormotina E.A.

undergraduate student of the repair and
operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ-ТЯГАЧЕЙ С ДВУХОСНЫМИ ПРИЦЕПАМИ-РОСПУСКАМИ

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE PRODUCTIVITY OF LOG TRUCK TRUCKS WITH TWO-AXLE TRAILERS

Аннотация: Выполнен анализ основных факторов, оказывающих существенное влияние на производительности лесовозного автомобильного транспорта. Приведены зависимости, ха-

рактически характеризующие изменение производительности лесовозных автопоездов и себестоимости вывозки ими лесоматериалов от различных факторов. Описаны возможные пути, способствующие сокращению заработной платы водителям лесовозных автопоездов, снижению затрат на топливо, смазочные и расходные материалы. Рассмотрена важность учета в себестоимости вывозки лесоматериалов лесовозным автомобильным транспортом дорожной составляющей.

Ключевые слова: лесовозный автомобиль-тягач, лесная промышленность, лесотранспортный процесс, заготавливаемые лесоматериалы, двухосный прицеп-ропуск, производительность, техническое обоснование, лесовозная дорога, транспортная и дорожная составляющие, снижение затрат.

Abstract: The analysis of the main factors that have a significant impact on the productivity of timber road transport is performed. The dependencies characterizing the change in the productivity of timber road trains and the cost of timber removal by them from various factors are given. Possible ways to reduce the wages of timber road train drivers, reduce the costs of fuel, lubricants and consumables are described. The importance of taking into account the road component in the cost of timber removal by timber road transport is considered.

Keywords: timber truck tractor, forest industry, timber transport process, harvested timber, two-axle trailer-disintegrator, productivity, technical justification, timber road, transport and road components, cost reduction.

Повышение эффективности в лесной промышленности может быть достигнуто путем дальнейшего развития и совершенствования лесотранспортного процесса, оснащения лесной промышленности усовершенствованной и новой техникой, а также более быстрым внедрением в производство научно-технических достижений. Основным видом лесного транспорта, который задействован при вывозке лесоматериалов (ЛМ), является лесовозный автомобильный транспорт (ЛАТ), которым вывозится более 80 % всего объема заготавливаемого в России леса [1, 2].

Для обеспечения дальнейшего повышения эффективности ЛАТ и роста производительности труда в процессе вывозки ЛМ требуется увеличение единичной мощности и грузоподъемности ЛАТ, повышение его технической скорости при снижении собственного веса конструкции, повышение надежности и ресурса, улучшение управляемости и безопасности движения, уменьшения воздействия на лесовозную дорогу (ЛД) и др. [3]

Повышение удельного веса ЛАТ и производительности труда в процессе вывозки ЛМ достигается за счет использования лесовозных автопоездов (ЛАП) различного компонования. Наибольшее распространение при вывозке длинномерных ЛМ получил ЛАП, компоновка которого включает в себя лесовозный тягач (ЛТ) и двухосной прицеп-ропуск (ДПР) [4].

Эффективность использования ЛТ с ДПР считается наилучшей, если при минимальных финансовых затратах на процесс вывозки ЛМ достигается максимальное значение производительности ЛАП. Часовые производительности ЛТ с ДПР, выраженные в м³ и м³км, определяются по следующим зависимостям:

$$W_{load.cap.} = \frac{Q \cdot K_{us}}{\left(\frac{l_{timb.}}{0,5 \cdot V_{tim.}} + t_{rid.} \right)}; \quad (1)$$

$$W_{job.} = \frac{Q \cdot K_{us}}{\left(\frac{1}{0,5 \cdot V_{tim.}} + \frac{t_{rid.}}{l_{imb.}} \right)}, \quad (2)$$

где Q – грузоподъемность; K_{us} – коэффициент использования грузоподъемности; $l_{imb.}$ – пробег с ЛМ за одну ездку; $V_{tim.}$ – скорость движения ЛАП; $t_{rid.}$ – время ездки ЛТ с ДПР; $\beta_{mil.}$ – коэффициент использования пробега ЛТ с ДПР (принимается равным 0,5).

На основании представленных выше зависимостей, можно заключить, что производительность ЛТ с ДПР зависит от таких факторов, как: время $t_{rid.}$, которое требуется ЛАП на маневрирование в пределах погрузочной площадки нижнего склада, приведение гидроманипулятора в рабочее состояние, осуществление погрузки пачки ЛМ, ее увязку на ЛАП, транспортирование ЛМ потребителю, а также их разгрузку; грузоподъемность Q ЛТ с ДПР; скорость движения $V_{tim.}$ ЛАП с ЛМ и без них; коэффициент использования грузоподъемности K_{us} ЛТ с ДПР; пробег $l_{imb.}$ ЛАП с ЛМ в грузовом и порожнем направлениях [5].

Производительность W ЛТ с ДПР имеет прямо пропорциональную зависимость от коэффициента использования грузоподъемности K_{us} , а также от грузоподъемности Q ЛАП. Характер влияния других факторов ($l_{imb.}$, $V_{tim.}$, $t_{rid.}$) на производительность более сложный. Известно, что: производительность W ЛАП, измеряемая в м³км возрастает с увеличением пробега $l_{imb.}$ Автопоезда в грузовом направлении, а измеряемая в м³ – снижается; производительность W ЛАП повышается при увеличении скорости движения $V_{tim.}$ в грузовом и порожнем направлениях; производительность W ЛАП увеличивается при сокращении времени простоя ЛТ с ДПР в техническом обслуживании (ТО) и текущем ремонте (ТР), а также в процессе погрузки и разгрузки ЛМ. Правильность укладки пачки ЛМ на коники ЛТ и ДПР, а также средний объем перевозимых ЛМ существенно влияют на изменение коэффициента использования грузоподъемности K_{us} ЛАП. Для обеспечения необходимой скорости движения ЛАП ЛД должна находиться в хорошем состоянии. Скорость движения ЛТ с ДПР также зависит от опытности водителя [5].

Помимо влияния на производительность W ЛТ с ДПР технико-эксплуатационных факторов, существуют также и косвенные связи, оказывающие влияние на изменение производительности ЛАП. К ним относятся: уровень обустроенности ЛД, техническое состояние агрегатов и систем ЛАП, квалификация водителей, природно-климатические условия. Например, ухудшение технического состояния ЛТ с ДПР может снижать его техническую скорость при движении по ЛД. Такие многофакторные зависимости определяются корреляционными методами на основании фактических показателей работы ЛТ с ДПР.

Улучшение состояния ЛД является основным резервом повышения технической скорости ЛАП. На фактическую производительность ЛАП существенное влияние оказывает время стоянки ЛТ с ДПР в ожидании погрузки или

разгрузки ЛМ, и оно может быть значительно сокращено при внедрении на вывозке ЛМ ступенчатого графика движения ЛАП [6].

Транспортная составляющая себестоимости вывозки 1 м³км ЛМ $S_{cost.pr.}$ определяется в основном постоянными расходами $S_{const.}$, например, на 1 ч работы ЛАП и переменными расходами $S_{variab.}$, например на 1 км пробега ЛАП. Это может быть выражено при коэффициенте использования пробега $\beta_{mil} = 0,5$ в следующем виде:

$$S_{cost.pr.} = \frac{1}{Q \cdot K_{us}} \left(\frac{S_{const.}}{0,5 \cdot V_{tim}} + \frac{S_{const.} \cdot t_{rid}}{l_{timb.}} + \frac{S_{variab.}}{0,5} \right). \quad (3)$$

Зависимость (3) может быть использована для выявления влияния отдельных факторов $Q \cdot K_{us}$, V_{tim} , $l_{timb.}$ и t_{rid} на себестоимость вывозки ЛМ. В этом случае в правой части зависимости (3), один из указанных факторов принимается переменный, а остальные – за постоянные.

Влияние $Q \cdot K_{us}$ на себестоимость вывозки ЛМ $S_{cost.pr.}^{QK_{us}}$ может быть представлено зависимостью:

$$S_{cost.pr.}^{QK_{us}} = \frac{a_1}{Q \cdot K_{us}}, \quad (4)$$

$$\text{где } a_1 = \frac{S_{const.}}{0,5 \cdot V_{tim}} + \frac{S_{const.} \cdot t_{rid}}{l_{timb.}} + \frac{S_{variab.}}{0,5}.$$

С увеличением грузоподъемности ЛАП и коэффициента его использования себестоимость вывозки ЛМ уменьшается.

Зависимости себестоимости от длины ездки с ЛМ $l_{timb.}$ и технической скорости V_{tim} показаны соответственно (5) и (6):

$$S_{cost.pr.}^{l_{timb.}} = \frac{a_2}{l_{timb.}} + b_2, \quad (5)$$

$$\text{где } a_2 = \frac{S_{const.} \cdot t_{rid}}{Q \cdot K_{us}}; \quad b_2 = \frac{1}{0,5 \cdot Q \cdot K_{us} \left(S_{variab.} + \frac{S_{const.}}{V_{tim}} \right)}.$$

$$S_{cost.pr.}^{V_{tim}} = \frac{a_3}{V_{tim}} + b_3, \quad (6)$$

$$\text{где } a_3 = \frac{S_{const.}}{0,5 \cdot Q \cdot K_{us}}; \quad b_3 = \frac{1}{Q \cdot K_{us} \left(\frac{S_{variab.}}{0,5} + \frac{S_{const.} \cdot t_{rid}}{l_{timb.}} \right)}.$$

При увеличении длины $l_{timb.}$ ездки ЛАП в грузовом и порожнем направлениях, а также при повышении скорости движения V_{tim} ЛАП, себестоимость S транспортирования ЛМ снижается.

Зависимость себестоимости транспортирования ЛМ от времени простоя t_{rid} ЛТ с ДПР при осуществлении погрузки и разгрузки ЛМ может быть выражена в следующем виде:

$$S_{cost.pr.}^{t_{rid.}} = a_4 t_{rid.} + b_4, \quad (7)$$

$$\text{где } a_4 = \frac{S_{const.}}{Q \cdot K_{us} \cdot l_{timb.}}; \quad b_4 = \frac{1}{0,5 \cdot Q \cdot K_{us} \left(S_{variab.} + \frac{S_{const.}}{V_{tim.}} \right)}.$$

Чем больше время простоя ЛАП под погрузкой и разгрузкой ЛМ за каждую езду, тем выше себестоимость вывозки ЛМ [6].

Для определения транспортной составляющей себестоимости вывозки ЛМ $S_{cost.pr.}$ при наличии данных по статьям затрат за смену необходимо сумму расходов по статьям затрат за смену $\sum S_{expen.}(K)$ разделить на выполненную при этом транспортную работу $W_{tr.job}^c$:

$$S_{cost.pr.} = \sum \frac{S_{expen.}}{\sum W_{tr.job}^c}. \quad (8)$$

Основными путями, способствующими снижению значения удельного веса заработной платы водителям ЛТ с ДПР, учитываемой при расчете себестоимости транспортирования ЛМ, являются: более рациональное использование расценок и существующих доплат; снижение времени стоянки ЛТ с ДПР в погрузочных и разгрузочных пунктах; оптимальное использование грузоподъемности ЛАП; организация бригадного метода работы водителей; создание транспортных комплексов, работающих по методу бригадного подряда. Снижения затрат по статье топлива можно достичь за счет: совершенствования выполняемых диагностических работ узлов, агрегатов и систем ЛАП, от которых зависит расход топлива ЛТ; улучшения дорожных условий движения и качества проведения регулировочных работ при осуществлении ТО; повышение квалификации водителей автопоездов. Снижение затрат на смазочные материалы достигают путем: сокращения их расхода, за счет более рационального использования без ущерба качеству и периодичности выполнения смазочных работ. Снижения затрат на ТО и ТР ЛТ с ДПР обеспечивается: строгим выполнением плана по всем требуемым видам ТО, ТР и их объемам; исключением нарушений периодичности выполнения ТО и ТР; обеспечение ремонтных участков современным технологическим оборудованием для ТО и ТР ЛАП; повышения уровня организации выполнения ТО и ТР, а также дисциплины ремонтных рабочих; внедрения передового опыта выполнения ТО и ТР среди ремонтных рабочих [7].

Кроме этого, увеличение пробега шин также оказывает существенное влияние на уменьшение затрат в себестоимости вывозки ЛМ ЛАП. Уменьшение таких затрат может быть достигнуто за счет надлежащей организации и хране-

ния, использования, ТО и ремонта. Дополнительно к этому, необходимо отметить, что резервами сокращения удельного веса амортизационных отчисления в стоимости вывозки ЛМ, являются: правильное использование норм, регламентирующих амортизационные отчисления, повышение производительности ЛАП, увеличение межремонтного пробега, полный учет сменного пробега ЛАП, включая нулевой пробег.

Повышение грузоподъемности ЛТ с ДПР дает возможность роста производительности и снижения транспортной составляющей себестоимости вывозки ЛМ, но в свою очередь увеличение осевых нагрузок, которое при этом имеет место, требует более обустроенных ЛД для движения по ним ЛАП, и, следовательно, сопровождается ростом дорожных расходов. Дорожная составляющая себестоимости вывозки ЛМ рассчитывается отношением суммы затрат, расходуемых на строительство, содержание и ремонт ЛД за определенный период времени к выполненной за тот же период времени суммарной транспортной работе [6].

Выполненный анализ влияния различных факторов на производительность ЛАП и себестоимость вывозки ими ЛМ, позволяет заключить, что для достижения высокой эффективности работы ЛТ с ДПР, необходимо, чтобы создаваемые ЛАП были максимально приспособлены к конкретным дорожным и природно-климатическим условиям вывозки ЛМ, а также обладали высокой экономичностью по расходу топлива. Возможными направлениями, способствующими снижению расхода топлива ЛАП, являются: поиск и исследование новых ресурсов, имеющих меньшую себестоимость и дефицитность в сравнении с традиционными видами топлива; повышение экономичности двигателей ЛТ за счет разработки перспективных их конструкций, улучшения регулирования их мощности, а также путем совершенствования рабочего процесса традиционных конструкций двигателей; полезное использование кинетической энергии масс звеньев ЛАП при его неустановившемся движении, а также потенциальной энергии движения ЛТ с ДПР под уклон ЛД; сокращение потерь энергии на сопротивление при движении ЛАП по ЛД с неровной опорной поверхностью (снижение массы звеньев ЛАП и его гидравлического технологического оборудования, сокращение тепловых потерь на трение в агрегатах и системах ЛТ, а также улучшение обтекаемости автопоезда) [8].

Список литературы

1. Никонов, В. О. Современное состояние, проблемы и пути повышения эффективности лесовозного автомобильного транспорта / В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. – 203 с.
2. Посметьев, В. И. Повышение эффективности лесовозных автопоездов с помощью рекуперативных седельно-сцепных и поворотных кониковых устройств / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 283 с.
3. Никонов, В. О. Критерии оценки технического уровня и основных эксплуатационных свойств лесовозных автопоездов / В. О. Никонов, В. И. Посметьев // Проблемы эксплуатации и перспективы развития автомобильного транспорта : Материалы Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 05-06 октября 2023 года / отв. редактор В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 12-25. – DOI 10.58168/OPPRTD_12-25.

4. Никонов, В. О. Анализ конструктивных схем лесовозных тягачей с прицепами-ропусками / В. О. Никонов, В. И. Посметьев, А. Е. Матяшов // Проблемы эксплуатации и перспективы развития автомобильного транспорта : Материалы Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 05-06 октября 2023 года / отв. редактор В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 54-59. – DOI 10.58168/OPPRTD_54-59.

5. Солнышков, В. М. Повышение эффективности системы технического обслуживания и ремонта лесотранспортных машин с применением ГИС-технологий : дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / В. М. Солнышков. – Петрозаводск, 2003. – 135 с.

6. Немцов, В. П. Теоретические и экспериментальные основы совершенствования лесовозных автопоездов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.01 / В. П. Немцов. – Москва, 1989. – 463 с.

7. Мухин, И. М. Экономическое обоснование рационального соотношения подвижного состава и лесовозных автодорог в лесопромышленном комплексе : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / И. М. Мухин. – Москва, 2000. – 219 с.

8. Чудаков, Е. А. Теория автомобиля : учебник для высш. техн. учеб. заведений / Е. А. Чудаков. – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва : Изд. и 1-я тип. Mashgiza в Л., 1950. – 344 с.

References

1. Nikonov, V. O. The current state, problems and ways to improve the efficiency of logging road transport / V. O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, 2021. – 203 p.

2. Posmetyev, V. I. Improving the efficiency of logging road trains with the help of regenerative saddle-coupling and rotary conical devices / V. I. Posmetyev, V. O. Nikonov, V. V. Posmetyev; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, VGLTU. – Voronezh, 2024. – 283 p.

3. Nikonov, V. O. Criteria for assessing the technical level and basic operational properties of logging road trains / V. O. Nikonov, V. I. Posmetyev // Problems of operation and prospects for the development of motor transport : Materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference, Voronezh, 05-06 October 2023 / editor-in-chief V.O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2023. – pp. 12-25. – DOI 10.58168/OPPRTD_12-25.

4. Nikonov, V. O. Analysis of structural schemes of logging tractors with trailers-dissolves / V. O. Nikonov, V. I. Posmetyev, A. E. Matyashov // Problems of operation and prospects for the development of motor transport : Materials of the All-Russian Scientific and Technical conference, Voronezh, 05-06 October 2023 / editor-in-chief V. O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2023. – pp. 54-59. – DOI 10.58168/OPPRTD_54-59.

5. Solnyshkov, V. M. Improving the efficiency of the system of maintenance and repair of forest transport vehicles using GIS technologies: diss. ... Candidate of Technical Sciences : 05.21.01. – Petrozavodsk, 2003. – 135 p.

6. Nemtsov, V. P. Theoretical and experimental foundations for improving logging road trains : diss. ... Doctor of Technical Sciences : 05.21.01. – Moscow, 1989. – 463 p.

7. Mukhin, I. M. Economic justification of the rational ratio of rolling stock and logging roads in the timber industry : diss. ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. – Moscow, 2000. – 219 p.

8. Chudakov, E. A. Theory of the car : textbook for higher engineering studies establishments / E. A. Chudakov. – 3rd ed., revis. and add. – Moscow : Publishing house and 1st type. Mashgiza in L., 1950. – 344 p.