

УДК 630\*377.4

**В. А. Симанович, В. С. Исаченков, С. Е. Арико**  
Белорусский государственный технологический университет

### **ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ КОЛЕСНЫХ ТРЕЛЕВОЧНЫХ ТРАКТОРОВ С РАЗЛИЧНОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Экономия топлива колесных трелевочных тракторов при лесосечных работах может быть достигнута изменениями в конструкции двигателя, трансмиссии, ходовой части или технологического оборудования. Одним из основных путей дальнейшего повышения топливной экономичности колесных трелевочных тракторов является совершенствование технологического оборудования. Такими изменениями можно добиться перераспределения нагрузок на несущую систему трактора в процессе движения, снизить динамическую и энергетическую нагруженность, уменьшить расход топлива.

В статье представлены результаты эксплуатационных исследований трелевочного трактора ТТР-401, на котором было установлено серийное канатно-чokerное технологическое оборудование и оборудование с усовершенствованной конструкцией несущей системы. Исследования проводились на трелевке при лесосечных работах, на участках с низкой несущей способностью почвогрунтов, длина которых составляла от 150 до 300 м. Объем трелеваемой пачки варьировался от 0,6 до 1,8 м<sup>3</sup>. Скорость перемещения изменялась от 4,57 до 8,53 км/ч.

Обоснованы конструктивные изменения в серийно выпускаемом технологическом оборудовании для трелевочного трактора ТТР-401, которые позволяют минимизировать расход топлива в пределах от 8,5 до 11,4% в процессе трелевки на участках с низкой несущей способностью почвогрунтов.

**Ключевые слова:** колесная трелевочная машина, технологическое оборудование, расход топлива.

**V. A. Simanovich, V. S. Isachenkov, S. Ye. Ariko**  
Belarusian State Technological University

### **FUEL EFFICIENCY OF WHEELED SKIDDER WITH DIFFERENT STRUCTURE OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT**

Fuel efficiency of wheeled skidders at logging operations can be achieved by changes in the design of engine, transmission, chassis, or technological equipment. One of the main ways to further improve the fuel efficiency of wheeled skidders is the improvement of technological equipment. Redistribution of loads on the bearing system of the tractor in motion can be achieved by such changes, dynamic loading and fuel consumption can be reduced.

The article presents the results of field testing of skidder TTP-401, on which was put serial choker cable-processing equipment and equipment with advanced design support system. Studies were conducted during skidding at logging activities, in areas with low bearing capacity of soil, the length of which ranged from 150 m to 300 m. The amount of wood ranged from 0,6 m<sup>3</sup> to 1,8 m<sup>3</sup>. Moving speed varied from 4,57 km/h to 8,53 km/h.

Grounded design changes in the commercially available technological equipment for the skidder TTP-401 were justified, which minimize fuel consumption from 8,5% to 11,4%, in the process of logging in areas with low bearing capacity of soil.

**Key words:** skidder, technological equipment, fuel consumption.

**Введение.** Экономия топлива колесных трелевочных тракторов при лесосечных работах может быть достигнута изменениями в конструкции двигателя, трансмиссии, ходовой части или технологического оборудования [1]. Одним из основных путей дальнейшего повышения топливной экономичности колесных трелевочных тракторов является совершенствование технологического оборудования.

Статистические исследования режимов работы двигателей лесных трелевочных ма-

шин в характерных эксплуатационных условиях позволяют выявить области преобладающих частот вращения коленчатого вала двигателя. Подбором передаточных чисел трансмиссии трактора можно добиться таких частот вращения, которые могут обеспечить экономичную по потреблению топлива работу двигателя [2].

Общеизвестно, что колебание нагрузки снижает мощностные и экономические показатели двигателя внутреннего сгорания. Колебательный

характер нагрузки приводит к ухудшению протекания рабочих процессов в двигателе. Временное снижение запаса мощности крутящего момента до 4–6% ухудшает работу двигателя лесной машины на трелевке пачки хлыстов и приводит к резкому снижению частоты вращения коленчатого вала, что не исключает даже остановку силового агрегата.

Таковыми изменениями можно добиться перераспределения нагрузок на несущую систему трактора в процессе движения, снизить динамическую и энергетическую нагруженность, уменьшить расход топлива, особенно на трелевочных волоках на участках с низкой несущей способностью почвогрунтов [3].

Для обоснования этого утверждения нами была поставлена задача по проведению экспериментальных исследований топливной экономичности колесных трелевочных тракторов, оснащенных различным по типу технологическим оборудованием.

**Основная часть.** Для экспериментальных исследований в качестве колесного трелевочного трактора, оснащенного различным по типу технологическим оборудованием, прини-

мался ТТР-401, на котором было установлено технологическое оборудование с усовершенствованной конструкцией несущей системы (рис. 1). Установленное канатно-чokerное технологическое оборудование отличалось от серийного навесного технологического оборудования наличием дополнительной опорной оси, с возможным вариантом использования в качестве навесного (НКЧ) или прицепного модуля (ПКЧ).

Экспериментальные исследования проводились при различных режимах работы в процессе трелевки, на участках магистральных и пасечных волоков с низкой несущей способностью почвогрунтов, длина которых составляла от 150 до 300 м.

Для измерения количества расходуемого дизельного топлива использовался счетчик ИП-179, имеющий диапазон измерения в 5–100 л/ч, с номинальной ценой импульса 10 мл/имп. и с основной погрешностью измерения не более  $\pm 1,5\%$ , который был включен в общую схему системы питания дизельного двигателя трелевочного трактора ТТР-401 (рис. 2).



Рис. 1. Трелевочный трактор ТТР-401 с технологическим оборудованием с усовершенствованной конструкцией несущей системы



Рис. 2. Места установки счетчика расхода топлива ИП-179 на ТТР-401

Предварительно на специальном стенде ИП-165 (с диапазоном измерения расхода топлива в 3–100 л/ч и погрешностью измерения количества топлива  $\pm 0,5\%$ ) была проведена поверка и градуировка измерительной аппаратуры (рис. 3).

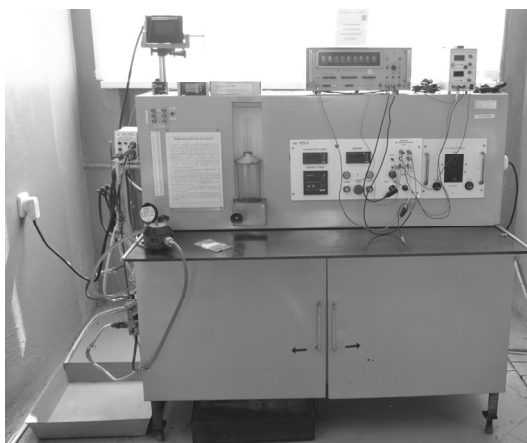


Рис. 3. Стенд для поверки и градуировки ИП-165

Счетчик расхода топлива позволил определить суммарное потребление топлива при работе трактора на установившихся режимах по статистической характеристике двигателя, а также на неустановившихся.

Абсолютный расход топлива определялся расчетным путем из выражения

$$\dot{Q}_T = q_E (H(t), \dot{\phi}_D, \dot{\phi}_D) \cdot N_D / (3600 \cdot \gamma_T),$$

где  $q_E$  – удельный расход топлива в виде функции частоты вращения коленчатого вала двигателя  $\dot{\phi}_D$  и перемещения педали подачи топлива  $H(t)$  в зависимости от времени;  $N_D$  – текущее значение мощности двигателя;  $\gamma_T$  – удельный вес топлива.

Была разработана сетка опытов, в которых величина объема трелюемой пачки хлыстов составляла 0,6 м<sup>3</sup> (зависимости 1 и 2), 1,0 м<sup>3</sup> (зависимости 3 и 4), 1,4 м<sup>3</sup> (зависимости 5 и 6) и 1,8 м<sup>3</sup> (зависимости 7 и 8), скорости перемещения трактора – от 4,57 до 8,53 км/ч, с использованием четырех передач. Зависимости 1, 3, 5, 7 отражают изменение расхода топлива для ТТР-401 с НКЧ, а соответственно, 2, 4, 6, 8 отражают эти изменения у трактора с ПКЧ.

Представленные зависимости часового расхода топлива (рис. 4) и приведенного часового расхода топлива (рис. 5) для ТТР-401 от скорости движения при различных типах технологического оборудования позволили убедиться в том, что для всех рассматриваемых объемов пачки хлыстов большее значение расхода топлива и приведенного расхода топлива приходится для трактора с серийным технологическим оборудованием.

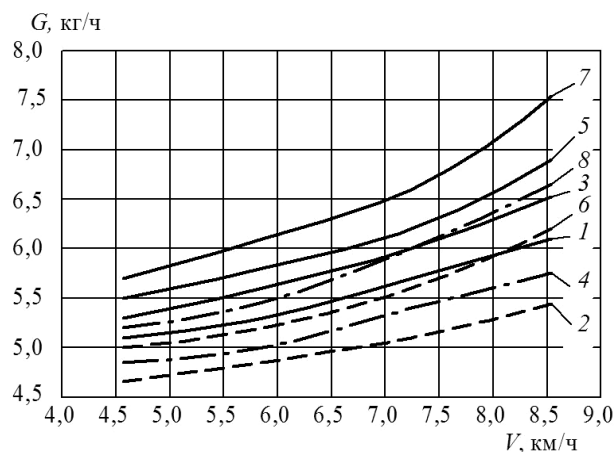


Рис. 4. Изменение часового расхода топлива в зависимости от скорости перемещения ТТР-401 по магистральному волоку и применяемого технологического оборудования:  
1, 3, 5, 7 – НКЧ; 2, 4, 6, 8 – ПКЧ

Это превышение составляет для часового расхода топлива в пределах 0,52–0,70 кг/ч, а для приведенного часового расхода топлива

достигает  $1,14 \text{ кг/ч}\cdot\text{м}^3$ . Наибольшее значение рассматриваемой величины расхода топлива приходится на пятую передачу (скорость перемещения  $8,53 \text{ км/ч}$ ) и составляет  $6,1$  и  $5,4 \text{ кг/ч}$  для НКЧ и ПКЧ, а для приведенного расхода топлива эти значения равны  $10,2$  и  $9,06 \text{ кг/ч}\cdot\text{м}^3$  соответственно.

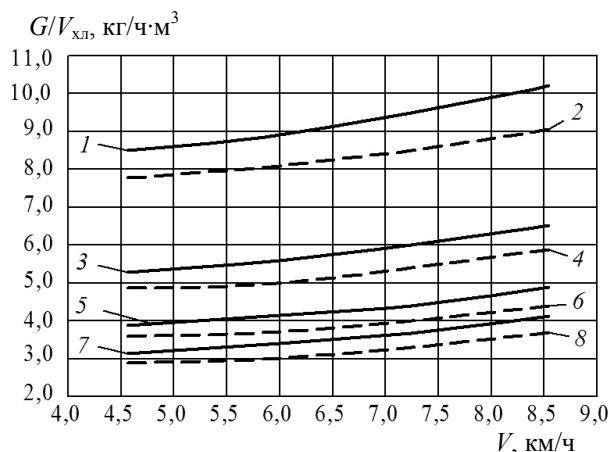


Рис. 5. Зависимость приведенного часового расхода топлива от скорости перемещения ТТР-401 по магистральному волоку и применяемого технологического оборудования: 1, 3, 5, 7 – НКЧ; 2, 4, 6, 8 – ПКЧ

На рис. 6 представлены зависимости удельного расхода топлива ТТР-401 от скорости движения для различных типов технологического оборудования. Максимальные значения удельного расхода топлива приходится на скорости 2-й и 3-й передачи, причем абсолютные значения выше на 7–12% для трактора с серийным трелевочным оборудованием. Снижение удельного расхода топлива наиболее интенсивно наблюдается для режимов работы ТТР-401 с минимальными объемами пачки хлыстов.

Изменения зависимостей удельного расхода топлива для трактора с серийным оборудованием и измененной конструкцией почти одинаковы, но для всех скоростей движения абсолютные значения удельного расхода топлива для усовершенствованной конструкции трелевочного оборудования ниже на 5–9%.

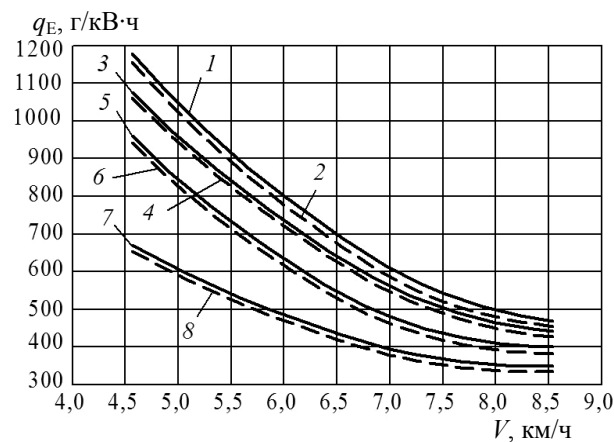


Рис. 6. Изменение удельного расхода топлива в зависимости от скорости перемещения ТТР-401 по магистральному волоку и применяемого технологического оборудования: 1, 3, 5, 7 – НКЧ; 2, 4, 6, 8 – ПКЧ

**Заключение.** Экспериментальными исследованиями установлено, что применение для трелевочного трактора ТТР-401 канатно-чокерного технологического оборудования с усовершенствованной конструкцией несущей системы позволяет минимизировать показатели энергетических затрат, тем самым снизить расход топлива в пределах от 8,5 до 11,4% в процессе трелевки на участках с низкой несущей способностью почвогрунтов.

Полученные данные могут применяться при проектировании колесных машин, используемых на лесозаготовках.

### Литература

1. Симанович В. А., Демидов В. А., Клоков Д. В. Колеса и шины лесных и лесотранспортных машин. Минск: БГТУ, 2005. 84 с.
2. Симанович В. А., Демидов В. А., Клоков Д. В. Топливо-смазочные материалы специальных лесных машин. Минск: БГТУ, 2004. 179 с.
3. Симанович В. А., Исаченков В. С. Оценка тягово-сцепных свойств трелевочных тракторов с усовершенствованной конструкцией несущей системы // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработка. 2009. Вып. XVII. С. 116–119.

### References

1. Simanovich V. A., Demidov V. A., Klokov D. V. *Kolesa i shiny lesnykh i lesotransportnykh mashin* [Wheels and tires forestry and transport machine]. Minsk, BGTU Publ., 2005. 84 p.
2. Simanovich V. A., Demidov V. A., Klokov D. V. *Toplivno-smazochnye materialy spetsial'nykh lesnykh mashin* [Fuel and lubricants special forest machines]. Minsk, BGTU Publ., 2004. 179 p.
3. Simanovich V. A., Isachenkov V. S. Evaluation of traction characteristics skidders with advanced design support system. *Trudy BGTU. Ser. II. Lesnaya i derevoobrab. prom-st'* [Proceedings of BSTU. Series II, Forest and Woodworking Industry], 2009, issue XVII, pp. 116–119 (in Russian).

### Информация об авторах

**Симанович Василий Антонович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lmitlz@belstu.by

**Исаченков Владимир Сергеевич** – ассистент кафедры инженерной графики. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: v.isachenkov@belstu.by

**Арико Сергей Евгеньевич** – 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: lmitlz@belstu.by

### Information about the authors

**Simanovich Vasily Antonovich** – Ph. D. Engineering, assistant professor, assistant professor, Department of Forestry Machinery and Logging Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lmitlz@belstu.by

**Isachenkov Vladimir Sergeevich** – assistant lecturer, Department of Engineering Graphics. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: v.isachenkov@belstu.by

**Ariko Sergey Yevgen'yevich** – Ph. D. Engineering, senior lecturer, Department of Forestry Machinery and Logging Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lmitlz@belstu.by

*Поступила 20.02.2015*