

УДК 629.113

Рассмотрены условия работы машин лесного хозяйства. Проанализированы методики нормирования горюче-смазочных материалов действующие на транспорте. Разработаны математические зависимости расчета расхода топлива для специализированных машин. Даны рекомендации по применению аналитических зависимостей по расходу топлива для машин лесного хозяйства.

Ключевые слова: машины лесного хозяйства, горюче-смазочные материалы, расход, нормирование, зависимости.

Введение. Лесное хозяйство наряду с функциями природоохраны и воспроизводства лесов, их изучения и учета, также регулирует использование лесных ресурсов, включая промышленную заготовку и обработку древесины. Каждый год на Украине заготавливается 15-16 млн. м³ древесины. Условия вырубki зависят от региона и состояния лесов. Половина древесины заготавливается в порядке основных рубок, другая часть – по уходу, санитарных и лесовосстановительных рубок.

Для обеспечения заготовки древесины в лесном хозяйстве используется разнообразные виды машин: мобильные и самоходные машины (ISO 6814:2009), колесные машины специального назначения (ISO 11169:1993), специальные гусеничные машины (ISO 11512:1995), колесные трелевочные тракторы (ISO 13861:2000), форвардеры (ISO 13860:2000), валочно-пакетирующие машины (ISO 13862:2000), погрузчики и манипуляторные машины (ISO 17591:2002) и др. Транспортировка древесины от места добычи до перерабатывающих предприятий осуществляются транспортными машинами - лесовозами.

Поскольку лесозаготовка происходит в отдаленных и труднодоступных районах, то машины лесного хозяйства работают в очень сложных условиях эксплуатации. Такие условия характеризуются повышенным расходом топлива.

Эффективная эксплуатация машин лесного хозяйства невозможна без комплекса мероприятий, направленных на повышение топливной экономичности, путем разработки обоснованной нормативной базы по нормированию расхода топлива и мониторингу потребления горюче-смазочных материалов.

Анализ публикаций. Министерство инфраструктуры Украины рекомендует для предприятий всех форм собственности нормировать потребление горюче-смазочных материалов на транспорте согласно приказа № 43 от 1998 года [1]. Однако в этом приказе отсутствуют нормативные показатели расхода горюче-смазочных материалов для специализированных машин лесного хозяйства. А нормы расхода топлива для автомобилей-лесовозов не учитывают крайне сложные дорожные условия эксплуатации с пониженными скоростями [2].

К сожалению, отраслевые нормы расхода топлива на Украине не разработаны. Хотя в других странах применяется более совершенная нормативная база. Например, в республике Беларусь, действуют нормативы на специальные автомобили-лесовозы, на подъемники и для погрузчиков, на колесные и гусеничные тракторы, для бульдозеров и грейдеров, на гидроманипуляторы, которые установлены на транспортные средства, на прочие специальные автомобили (приказ № 3 от 6 января 2012 г.). Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь устанавливаются нормативы на бензопилы

и мотопилы (приказ № 27 от 7 мая 2012 г.), на корчеватели (приказ № 467-Ц от 10 сентября 2012 г.), компрессоры (приказ № 27 от 7 мая 2012 г.) [3].

В СССР действовала методика расчета расхода топлива для строительных, дорожных и коммунальных машин в л/ч или кг/ч [4]. Исходными данными для расчета применялись два показателя: максимальная мощность и минимальный удельный расход топлива энергетической установки. Учет эксплуатационных режимов корректировались коэффициентами использования двигателя по времени и мощности. Данная методика позволила учитывать в расходе топлива конструктивные и эксплуатационные показатели работы машин, однако вызывало сложность в правильном определении коэффициентов. Несмотря на рекомендации, которые разработаны для разных видов машин, значения корректирующих коэффициентов определялись крайне неточно.

Цель и постановка задачи. Целью данных исследований является разработка более совершенной методики определения базовых значений нормы расхода топлива специализированных машин. Необходимо разработать аналитические зависимости для расчета путевой и часовой нормы расхода топлива с учетом специфики работы спецоборудования.

Материалы и результаты исследования. Исходным уравнением для нормирования расхода топлива принято следующее выражение [1]:

$$Q_n = 0,01 \cdot (H_{san} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{\Sigma}), \quad (1)$$

где H_{san} – линейная норма расхода топлива на пробег автомобиля или автопоезда, л/100 км; H_w – норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 т·км; S – пробег автомобиля, км; W – объем транспортной работы, т·км ($W = G_{gp} \cdot S_{gp}$, где G_{gp} – масса груза, т; S_{gp} – пробег автомобиля с грузом, км); K_{Σ} – суммарный корректирующий коэффициент, учитывающий специфику условий эксплуатации, %.

Если транспортное средство состоит из тягача и прицепа или полуприцепа, то линейная норма расхода топлива корректируется с учетом массы прицепа или полуприцепа:

$$H_{san} = H_s + H_g \cdot G_{np}, \quad (2)$$

где H_s – базовая линейная норма расхода топлива на пробег тягача, л/100 км; H_g – норма расхода топлива на одну тону снаряженной массы прицепа или полуприцепа, л/100 т·км; G_{np} – снаряженная масса прицепа или полуприцепа, т,

В методике [5] предложено базовую норму расхода топлива определять расчетным путем по следующей формуле:

$$H_{san} = \frac{1}{\eta_i} \left[A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot (G_0 \cdot \psi + 0,077 \cdot kF \cdot V_a^2) \right], \quad (3)$$

где η_i – индикаторный КПД двигателя; G_0 – вес автомобиля в снаряженном состоянии, Н; ψ – суммарное дорожное сопротивление; V_a – скорость движения автомобиля, км/ч; i_k – среднее передаточное число коробки передач; kF – фактор обтекаемости, Н·с²·м⁻²; A , B и C – постоянные коэффициенты, зависящие от конструкции машины.

Норму расхода на транспортную работу по методике [5] определяется по формуле:

$$H_w = \frac{100 \cdot C \cdot V_{max}}{\eta_i \cdot V_a}, \quad (4)$$

где V_{max} – максимальная скорость движения, км/ч;

Формулы (3) и (4) в методике [5] не учитывает работу специализированного оборудования. Рассмотрим возможные варианты работы машины с дополнительным оборудованием.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів
 Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Работа электрооборудования с приводом от двигателя. Например, измерительные системы. При работе такого оборудования увеличивается механические потери в двигателе на привод генератора. Норма расхода топлива на работу специализированного оборудования составит в л/100 км:

$$H_{об} = \frac{360 \cdot N_{об}}{\eta_i \cdot V_a \cdot H_n \cdot \rho_m \cdot \eta_c}, \quad (5)$$

где $N_{об}$ - мощность, затраченная на работу специального оборудования, Вт; η_c - КПД специализированной установки; H_n - низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; ρ_m - плотность топлива, г/см³.

Работа оборудования с механическим приводом от коробки отбора мощности. Например, погрузчики, валочно-погрузочные комбайны или валочно-пакетирующие машины и др. Коробка отбора мощности отбирает часть энергии, передаваемой от двигателя к колесам машины. От коробки отбора мощность отводится энергия на совершение работы специализированного оборудования. Норма расхода топлива:

- во время движения, л/100 км:

$$H_{so} = \frac{360 \cdot A}{\eta_i \cdot V_a \cdot H_n \cdot \rho_m \cdot \eta_p \cdot \eta_{mp} \cdot c}, \quad (6)$$

- на неподвижной машине, л/ч:

$$H_{io} = \frac{3.6 \cdot A}{\eta_i \cdot H_n \cdot \rho_m \cdot \eta_p \cdot \eta_{mp} \cdot c}, \quad (7)$$

где A - совершенная работа, Дж; η_p - коэффициентом полезного действия привода; c - время выполнения работы, с; η_{mp} - КПД трансмиссии.

Независимая энергетическая установка с автономным двигателем для привода спецоборудования. Например, краны, мастерские и др. Для работы такого двигателя расходуется дополнительное топливо. Норма расхода топлива может быть рассчитана по формуле, л/ч:

$$H_e = N \cdot q \cdot k_э, \quad (8)$$

где N - мощность двигателя, кВт; q - удельный расход топлива, л/кВт·ч; $k_э$ - коэффициент эксплуатационного снижения мощности двигателя

Работа оборудования, которое преодолевает внешнее воздействие. Например, бульдозеры, грейдеры и др. Повышенный расход топлива таких машин вызван дополнительным сопротивлением движению при выполнении специализированной работы. Дополнительная норма расхода топлива в л/100 км рассчитывается по формуле

$$H_c = \frac{C \cdot P_s}{\eta_i} = \frac{C \cdot p \cdot S}{\eta_i}, \quad (9)$$

где p - давление рабочего органа, Н/м²; S - площадь рабочего органа, м².

Оборудование, установка которого увеличивает массу машины. Например, навесное оборудование, манипуляторы, ремонтные мастерские, дорожные лаборатории и др. Дополнительная норма расхода топлива на переоборудование машины составит, л/100 км:

$$H_{\Delta} = \frac{C \cdot G_{\Delta} \cdot \psi}{\eta_i}, \quad (10)$$

где G_{Δ} - вес специализированного оборудования, Н.

Общий расход топлива машины будет учитывать основную (базовую) норму расхода топлива по пробегу, дополнительную норму расхода топлива на перемещение груза и норму расхода топлива на работу специализированного оборудования по времени (л):

$$Q_n = 0,01 \cdot \Sigma (H_s + H_g \cdot G_{np} + H_{об} + H_{so} + H_c + H_{\Delta}) \cdot S + H_w \cdot W + \Sigma (H_{to} + H_e + H_z) \cdot T \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{\Sigma}), \quad (11)$$

где T – время работы машины и специализированного оборудования, ч.; S – пробег машины при нормировании расхода топлива по пробегу, км; H_z – норма часового расхода топлива работы машины, л/ч.

В формулу (11) необходимо подставлять дополнительные нормы расхода топлива с учетом специфики установленного и работающего специализированного оборудования. Расход топлива, полученный на разных режимах работы, суммируются с учетом времени и пробега эксплуатации машины на этих режимах.

Выводы. Эффективная эксплуатация машин может быть достигнута при условии рационального нормирования и учета горюче-смазочных материалов. Совершенствование методики определения базовых норм расхода топлива может осуществляться за счет более полного учета специфики работы специализированного оборудования, с учетом конструктивных особенностей машины и разнообразия условий эксплуатации.

Литература

1. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте [Электронный ресурс] // Налоги и бухгалтерский учет: Информационно-аналитическая газета. — Режим доступа: http://www.nibu.factor.ua/info/Zak_basa/NormiGSM/.
2. Кривошапов С.И. Особенности нормирования расхода топлива транспортных машин, работающих в сложных дорожных условиях [Текст] / С.И. Кривошапов // Вісник Харківського національного університету сільського господарства ім. Петра Василенко. - Вип. 155. - 2014. - С. 82-89.
3. Нормы расхода топлива [Электронный ресурс] // LinTerra. – Режим доступа: <http://putew.inrb.by/article.html>.
4. ВСН 417-81 Инструкция по нормированию расхода дизельного топлива, бензина и электроэнергии на работу строительного-монтажных машин и механизмов [Электронный ресурс] // Помощь по ГОСТам. – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/VSN41781Instrukciyapornorm.html>.
5. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта. / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. - Изд. 2-е, перераб. и дополн. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.

Krivoshapov S. I. Development of a method of rationing the consumption of fuel for specialized vehicles for forestry

The conditions of operation of machines for forestry. Analyzes methods of normalization of fuel and lubricants for operating vehicles. The mathematical dependence of the calculation of fuel for specialized vehicles. Recommendations on the application of analytical dependencies on fuel consumption for forestry machines.

Keywords: forestry machines, lubricants, flow, standardization, depending.

References

1. The rate of fuel consumption and lubricants for road transport [Electronic resource] // Taxes and Accounting: Informational and analytical newspaper. - Access: http://www.nibu.factor.ua/info/Zak_basa/NormiGSM/.
2. Krivoshapov SI Features of rationing fuel transport vehicles working in difficult road conditions [Text] / SI Krivoshapov // Vistnik Harkivskogo natsionalnogo universitetu silskogo Gospodarstva IM. Peter Vasilenko. - Vip. 155. - 2014. - P. 82-89.
3. The rate of fuel consumption [Electronic resource] // LinTerra. - Access: <http://putew.inrb.by/article.html>.
4. VSN 417-81 Instructions for diesel fuel rationing, gasoline and electricity to work construction and installation of machinery [Electronic resource] // the aid according to GOST. - Access: <http://www.gosthelp.ru/text/VSN41781Instrukciyaponorm.html>.
5. Govorushchenko NY System engineering of transport. / NY Govorushchenko, AN Turenko. - Ed. 2nd, Revised. and Podolny. - Kharkov: RIO HGADTU, 1999. - 468 p.