

## ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА

П. Ю. МАЛЫШКИН, ст. преподаватель  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Во всем мире развитие мобильных энергетических средств происходит прежде всего в направлении улучшения их основных эксплуатационных свойств. Эти свойства можно условно разделить на три группы: энергетические, агротехнические (технологические) и общетехнические. В последнее время особое внимание уделяют стоимостным показателям эффективности использования мобильных средств, во многом влияющим на эксплуатационные свойства.

Кроме этого, мобильные энергетические средства должны отвечать широкому спектру эксплуатационных требований, базирующихся на научно обоснованных свойствах и показателях, обеспечивающих высокую производительность, экономичность и качественное выполнение сельскохозяйственных работ в определенные агротехнические сроки [1].

Также важное значение имеют требования агроэкологического характера, связанные с засорением атмосферы вредными компонентами, содержащимися в отработанных газах двигателей. Согласно оценкам экспертов, до 75 % всех болезней человека напрямую связаны с состоянием окружающей среды и возможностью функционирования биологических связей в природе [2, 3]. Поэтому снижение отрицательного воздействия мобильными энергетическими средствами на окружающую среду – одно из важнейших эксплуатационных требований для всего человечества.

Для снижения выбросов в атмосферу ведется активная работа по энергосбережению и широкому использованию альтернативных видов энергии, таких, как ветер, вода, солнечная энергия, биомасса и др. В числе альтернативных топлив для питания двигателей колесных тракторов в настоящее время рассматриваются газовые топлива (сжатые, сжиженные газы, биогаз), водород, спирты, различные масла и др., которые позволяют не только улучшить экономические, экологические показатели двигателей мобильных энергетических средств, но и снизить зависимость от импортируемого топлива [2].

**Основная часть.** Основными показателями, характеризующими энергетические свойства колесных тракторов, являются производи-

тельность и удельный расход топлива, составляющий значительную долю эксплуатационных затрат в себестоимости выполняемых работ.

Объем выполненной работы на полевых операциях определяется по зависимости, га

$$A = 10^{-4} L_y \cdot S_y,$$

где  $L_y$  – средняя длина обработанного участка, м;

$S_y$  – средняя ширина обработанного участка, м.

Производительность машинно-тракторного агрегата (МТА) за час чистой работы  $W_{\text{ч}}$  определяется по зависимости

$$W_{\text{ч}} = A/T_p = 0,1 \cdot B_p \cdot v_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$v_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения агрегата, км/ч;

$T_p$  – время чистой работы, ч.

Рабочая ширина захвата агрегата

$$B_p = \beta \cdot n \cdot B_k, \quad (2)$$

где  $\beta$  – коэффициент использования конструктивной ширины захвата

$B_k$  (м) рабочей машины (орудия);

$n$  – количество машин (орудий) в агрегате, шт.

Производительность МТА за час технологического времени определяется по зависимости, га/ч

$$W_{\text{тех}} = A / (T_p + T_x + T_o), \quad (3)$$

где  $T_p$  – время чистой работы, ч;

$T_x$  – время работы на холостом ходу, ч;

$T_o$  – время остановок трактора с работающим двигателем, ч.

В результате движения трактора по грунту образуется колея. Работа, затрачиваемая на образование колеи, а также на смятие грунта, образует потери на передвижение трактора. При этом почвозацепы, погруженные в грунт, под действием ведущего момента деформируют (спрессовывают) пласты почвы до тех пор, пока возрастающая реакция почвы не уравновесит касательную силу тяги. Указанные горизонтальные деформации почвы происходят в направлении, противоположном движению трактора, поэтому в результате их действия снижается скорость движения трактора, т. е. происходит буксование [3]. Таким образом, действительная скорость  $V_d$  движения тракторов тесно связана с буксованием и определяется по зависимости, м/с

$$v_d = v_t (1 - \delta), \quad (4)$$

где  $V_t$  – теоретическая скорость движения трактора, м/с;

$\delta$  – буксование.

Теоретическая скорость движения трактора получилась бы при качении ведущего колеса по поверхности грунта без буксования. При известных передаточных числах трансмиссии и частоте вращения коленчатого вала двигателя теоретическая скорость движения колесного трактора определяется по зависимости, м/с

$$v_T = 2 \cdot \pi \cdot r_k \cdot n_d / i_{TP}, \quad (5)$$

где  $r_k$  – динамический радиус ведущего колеса, м;  
 $n_d$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин<sup>-1</sup>;  
 $i_{TP}$  – передаточное число трансмиссии.

Действительную скорость движения колесного трактора с учетом формул 4 и 5 определяется по зависимости, км/ч

$$v_d = \frac{0,377 \cdot n_d \cdot r_k}{i_{TP}} \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right). \quad (6)$$

Производительность МТА за час основной работы определяется по зависимости, га/ч

$$W_{\text{ч}} = \frac{A}{T_{\text{ф}}}, \quad (7)$$

где  $T_{\text{ф}}$  – фактическое основное время работы, ч.

Производительность МТА за час сменного времени определяется по зависимости, га/ч

$$W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} \cdot k_{\text{см}}, \quad (8)$$

где  $k_{\text{см}}$  – коэффициент использования времени смены.

Коэффициент использования времени смены характеризует отношение времени чистой работы агрегата за смену к общему времени смены.

Таким образом, производительность МТА определяется энергоемкостью и тягово-сцепными свойствами и условиями работы тракторов. Однако производительность также зависит от степени утомляемости тракториста, которая, в свою очередь, зависит от плавности хода трактора, защищенности кабины от шума, газов, пыли и температуры окружающей среды, легкости управления и обслуживания, обзорности кабины, т. е. от эргономических свойств трактора, характеризующих условия труда.

Расход топлива на единицу выполненной за час работы определяется по зависимости, кг/га

$$g_{\text{ч}} = G_T / W_{\text{ч}}, \quad (9)$$

где  $G_T$  – общий расход топлива за час основной работы, кг.

$$G_T = G_{TP} + G_{TX} + G_{TO}, \quad (10)$$

где  $G_{TP}$  – часовой расход топлива на рабочем режиме, кг;

$G_{TX}$  – часовой расход топлива на холостом ходу, кг;

$G_{TO}$  – часовой расход топлива на остановках с работающим двигателем, кг.

Удельный расход топлива на единицу тяговой мощности  $g_{кр}$  определяется зависимостью [5], г/кВт·ч

$$g_{кр} = 10^3 \frac{G_T}{N_{кр}}, \quad (11)$$

где  $N_{кр}$  – тяговая (крюковая) мощность трактора, кВт.

Тяговая мощность трактора определяется зависимостью, г/кВт·ч

$$N_{кр} = \frac{P_{кр} \cdot v_d}{3,6}, \quad (12)$$

где  $P_{кр}$  – тяговое усилие трактора, кН.

Гектарный расход топлива трактором определяется по зависимости, кг/га

$$\theta = \frac{G_{TP} \cdot T_p + G_{TX} \cdot T_x + G_{TO} \cdot T_o}{W_{cm}}. \quad (13)$$

При этом для сохранения мощности двигателя на уровне, установленном заводом-изготовителем, при работе дизеля трактора с разработанной системой питания [6] на ДТ и газе с достаточной точностью должно выполняться условие:

$$G_T / G_{DT} \approx H_{DT} / H_G, \quad (14)$$

где  $G_T$  – часовой расход газового топлива трактором;

$G_{DT}$  – часовой расход дизельного топлива трактором;

$H_G$  – низшая расчетная теплота сгорания газовой (пропано-бутановой) смеси, зависит от состава газа и рассчитывается по формуле  $H_G = 45,81$  МДж/кг;

$H_{DT}$  – низшая расчетная теплота сгорания дизельного топлива,  $H_{DT} = 42,5$  МДж/кг.

Низшая расчетная теплота сгорания газовой (пропано-бутановой) смеси определяется по зависимости

$$I_a = \sum n_i \cdot H_{ui}, \quad (15)$$

где  $n_i$  –  $i$ -компонент смеси;

$H_{ui}$  – низшая теплота сгорания 1 кг  $i$ -компонента, МДж/кг.

График для определения рабочей скорости и расхода дизельного топлива в зависимости от тягового усилия при подаче газового топлива трактора «Беларус-922» представлен на рис. 1.

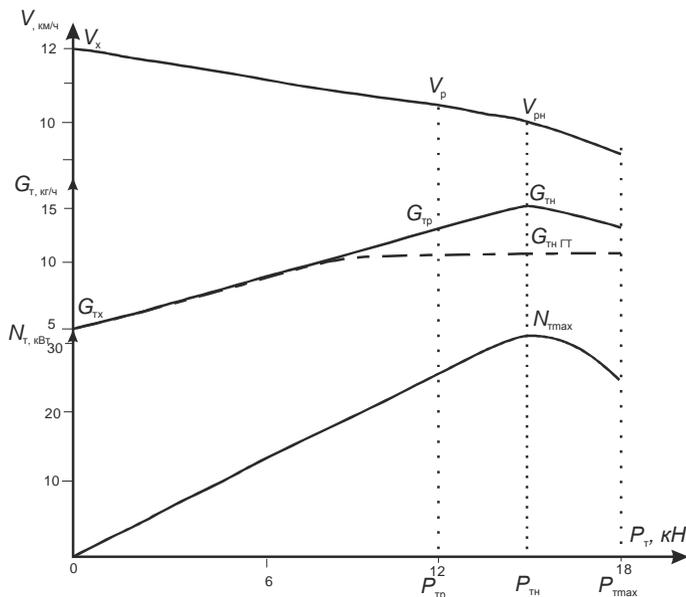


Рис. 1. Определение рабочей скорости и расхода дизельного топлива в зависимости от тягового усилия при подаче газового топлива

**Заключение.** Для поддержания неизменной скорости и крутящей мощности трактора при переводе его на работу с замещением ДТ газовым топливом необходимо уменьшить номинальную цикловую подачу топлива на величину замещения газом путем перерегулирования топливного насоса высокого давления. Так, в случае замещения ДТ газовым топливом в количестве 10, 20, 30 % экономия ДТ с учетом низшей теплоты сгорания не будет превышать 10,8; 21,6; 32,3 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гребнев, В. П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учеб. пособие / В. П. Гребнев, О. И. Поливаев, А. В. Ворохобин; под общ. ред. О. И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: Кнорус, 2016. – 260 с.
2. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 376 с.
3. Беспялый, Ф. С. Конструкция, основы теории и расчет трактора / Ф. С. Беспялый, И. Ф. Троицкий. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1972. – 502 с.
4. Ляхов, А. П. Эксплуатация машинно-тракторного парка / А. П. Ляхов, А. В. Новиков, Ю. В. Будько. – Минск: Ураджай, 1991. – 336 с.

5. ГОСТ 24055-2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: Стандартинформ, 2017. – 27 с.

6. Электронная система впрыска газового топлива в дизель: пат. 10060 Респ. Беларусь, МПК F 02M 43/00 / А. Н. Карташевич, П. Ю. Малышкин; заявитель Белорус. гос. с.-х. академия. № и 20130295; заявл. 05.04.2013; опубл.: 30.04.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 2. – С. 150.

УДК 631.164:636.22

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ ДОИЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ АДУ-1 И «STIMORPULS MA»**

И. В. ПИЛЕЦКИЙ, канд. техн. наук, доцент

В. В. ЛИНЬКОВ, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия  
ветеринарной медицины»,  
Витебск, Республика Беларусь

М. В. ОРЕШКИН, д-р с.-х. наук, профессор,  
член-корреспондент РАН

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет  
им. Н. И. Вавилова»,  
Саратов, Российская Федерация

**Введение.** Обеспечение населения Республики Беларусь качественными продуктами питания собственного производства – одно из приоритетных направлений развития АПК страны. Большая роль в решении поставленной проблемы отводится молоку, производство которого необходимо нарастить к 2025 году на 2,5 млн. т по отношению к 2019 году. Планируется в 2020 году экспортировать белорусского продовольствия не менее 6,2 млрд. долл. Модернизация технологий – важная составляющая проектов животноводства, в том числе совершенствование процесса доения, на который приходится более 40 % всех трудовых затрат по обслуживанию и уходу за животными. Альтернативы интенсификации производства продукции на основе высокоэффективного использования внутренних резервов и роста рентабельности на этой основе у отечественного производителя нет [1–3, 5–7].

Актуальность выбранного направления исследования объясняется тем, что рост молочной продуктивности коров зависит не только от генетического потенциала животных, но и от используемого оборудования. В первую очередь это относится к доильному оборудованию,