

УДК 621.436

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ РАБОТЫ ТРАКТОРОВ

*В.А. Голубев, кандидат технических наук, доцент,  
тел. 8(8422) 55-95-35, golubevugsha@mail.ru,  
Н.П. Аюгин, кандидат технических наук, доцент,  
Р.Ш. Халимов, кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

**Ключевые слова:** *наработка, оценка работы тракторов, показатели, приведенные показатели, «энергетическое время», энергонапряженность.*

*Для эффективного использования тракторов необходима достоверная оценка их работы, которая возможна только при правильном выборе показателей. Применение для оценки показателей энергонапряженности, основанных на «энергетическом времени», позволит обобщить и уточнить значительное количество рекомендуемых показателей оценки использования тракторов, иметь объективную характеристику их работы.*

Эффективное использование тракторов невозможно без достоверной оценки их работы, которая позволит обоснованно подойти к учету наработки и расхода ресурса, оценке технического состояния, грамотно решать задачи рациональной эксплуатации тракторных агрегатов. Особую актуальность эта проблема приобретает в связи с намечающейся тенденцией перехода на использование в двигателях тракторов альтернативных топлив [1].

Важнейшее значение в системе оценки работы тракторов принадлежит правильному выбору показателей, объективно отражающих процесс их использования [2]. Наиболее распространенным показателем является время. Однако, используемый в механизированных процессах тракторный агрегат работает в особо напряженных неустановившихся нагрузочном и скоростном режимах. Поэтому время его работы необходимо корректировать по скоростным или нагрузочным эталонным режимам [3].

Общим недостатком приведенных показателей является неверный выбор эталонного режима. Принятый за основу номинальный режим,  $N_{eн}$ , не позволяет получить истинного значения наработки трактора и в дальнейшем объективно оценить уровень его использования. Неравномерность момента сопротивления двигателя и тягового сопротивления агрегата, не позволяет полностью использовать энергетиче-

ские возможности трактора. Стремление максимально загрузить двигатель приводит к снижению производительности.

Эксплуатационная мощность двигателя трактора при выполнении операции определяется по формуле [4]:

$$N_{\text{э}} = \frac{(P_{\text{кр}} + P_f)V_p}{\lambda_{\text{э}}\eta_{\text{тр}}(1-\delta_T)}, \quad (1)$$

где  $\lambda_{\text{э}}$  - коэффициент эксплуатационной нагрузки двигателя;  $P_{\text{кр}}$  - крутящее усилие трактора, кН;  $P_f$  - сила сопротивления качению трактора, кН;  $V_p$  - рабочая скорость трактора, м/с;  $\eta_{\text{тр}}$  - КПД трансмиссии;  $\delta_T$  - буксование.

Выражение (1) можно записать в виде::

$$N_{\text{э}} = \frac{P_{\text{кас}} V_p}{\lambda_{\text{э}}\eta_{\text{тр}}\eta_{\text{дв}}}, \quad (2)$$

где:  $P_{\text{кас}}$  - касательная сила тяги на ведущей звездочке, кН;  $\eta_{\text{дв}}$  - КПД двигателя.

Касательная сила тяги, например, для пахотного агрегата состоящего из гусеничного трактора и навесного лемешного плуга затрачивается на преодоление сил: сопротивления подъему  $P_{\alpha}$ ; сопротивления качению  $P_f$ ; инерции  $P_i$ , тягового сопротивления  $P_{\text{тяг}}$ . Подставив эти показатели в выражение (1), одновременно переходя от скорости  $V$  агрегата к частоте вращения коленчатого вала двигателя,  $n_e$  и руководствуясь методикой [4, 5], получим:

$$N_{\text{э}} = \frac{\pi RG}{108 \lambda_{\text{э}}^2 \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{дв}}} \left\{ n \sin \alpha(t) + f_k \cos \beta(t) + \left[ J_d + \frac{1 + G_M \delta R^2}{g_i^2} \right] \frac{dn(t)}{dt} n + K(t) B_p \right\}, \quad (3)$$

где:  $R$  - радиус ведущей звездочки, м;  $G$  - вес трактора, кН;  $i_{\text{тр}}$  - передаточное число трансмиссии;  $\alpha$  - угол продольного уклона участка поля, град;  $f_k$  - коэффициент сопротивления качению трактора;  $\beta$  - угол между силой тяги и высотой неровностей поля, град;  $J_d$  - момент инерции вращающихся масс двигателя трактора, приведенный к коленчатому валу;  $G_M$  - вес орудия, кН;  $\delta$  - коэффициент учета вращающихся масс;  $B_p$  - ширина захвата орудия, м;  $K$  - удельное тяговое сопротивление; включает все влияющие на тяговое сопротивление составляющие отнесенные к весу трактора  $G$ .

Коэффициент эксплуатационной нагрузки двигателя, при статистически средневзвешенных значениях, составляет 0,8. Учитывая, что

основная обработка почвы наиболее энергоемкая операция, загрузку на этой операции примем за эталонную.

Тогда, время работы трактора скорректированное по загрузке двигателя  $0,8 N_{ен}$ , «энергетическое время»  $t_{эв}$ , составит:

$$t_{эв} = \frac{1}{0,8 M_{д,i}} \sum_{i=1}^n \frac{M_{д,i} n_{д,i} t_{д,i}}{M_{д,i} n_{д,i} t_{д,i}}, \quad (4)$$

где:  $M_n, M_{д,i}$  - соответственно номинальный и текущий крутящие моменты двигателя, Н·м;  $n_n, n_{д,i}$  – соответственно номинальная и текущая частота вращения коленчатого вала двигателя, мин<sup>-1</sup>;  $t_{д,i}$  – астрономическое время работы двигателя на i-ом режиме.

Учет работы трактора по энергетическому времени позволит более объективно отразить его наработку и расход технического ресурса тракторов.

Для оценки уровня использования тракторов, предлагается использовать показатели «энергонапряженности»: теоретической и эффективной. Теоретическая энергонапряженность,  $\mathcal{E}_т$ , оценивает уровень организации использования тракторов за исследуемый период, а эффективная,  $\mathcal{E}_{эф}$  – уровень использования за время выполнения механизированного процесса:

$$\mathcal{E}_т = t_{эв} / T; \quad \mathcal{E}_{эф} = t_{эв} / T_p, \quad (5)$$

где:  $T$  – астрономическое время нахождения тракторов в хозяйстве, ч.;  $T_p$  – астрономическое время работы тракторов, ч.

Применение показателей энергонапряженности позволит обобщить и уточнить значительное количество рекомендуемых показателей оценки использования тракторов основанных на временных характеристиках.

#### *Библиографический список*

1. Голубев, В.А. Исследование возможности работы дизеля на биотопливе. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика». Ч. II/В.А. Голубев, Е.А. Голубева// - Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2016. – С. 40-45.
2. Индирияков, А.С. О некоторых вопросах соизмерения работы тракторов. Сборник «Разработка эффективных ресурсосберегающих технологий в с.х. производстве»/А.С. Индирияков, В.А. Голубев// -Ульяновск, 1997. – С.6-11.
3. Индирияков, А.С. Разработка и исследование технических средств для учета работы тракторов / А.С. Индирияков, В.А. Голубев, В.Н. Игонин // Вестник Ульяновской ГСХА, 2000. - №3. - С. 22...25.

4. Антипин, В.П. Исследование энергозатрат дизельным двигателем лесопромышленного трактора на неустановившихся режимах/ В.П. Антипин, Е.Н. Власов, А.Н. Десятов // Двигателестроение, 2001. - №2. - С. 30-33.
5. Голубев, В.А. Энергетическая оценка работы тракторов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России». Часть 3/ В.А. Голубев// – Ульяновск, ГСХА, 2003. - С. 287-289.

## ON ASSESSMENT OF OPERATION OF THE TRACTOR

*Golubev V.A., Ayugin N.P., Halimov K.Sh.*

**Keywords:** *operating time, evaluation of the tractors, the figures given indicators “energy future”, power density.*

*For effective use of the tractors needed a reliable estimate of their work, which is only possible with the correct selection of indicators. Application for assessment of energy intensity indicators based on «time energy», will summarize and clarify a significant number of recommended indicators for assessing the use of tractors, to have an objective description of their work.*