

Тракторостроение

УДК 629.214.001.2

Методика построения универсальной потребительской характеристики трактора

Гуськов А. В.¹, Гуськов В. В.², Радченко П. В.²

¹РУП «Минский тракторный завод»

²Белорусский национальный технический университет

В связи с поступлением в сельское хозяйство комбинированных сельскохозяйственных машин, которые требуют отбора мощности через ВОМ на привод активных рабочих органов, потребовалось разработать методику построения универсальной характеристики трактора, по которой можно было бы судить о тяговой и ротационной мощностях, их рациональному соотношению, тягово-сцепным качествам и другим показателям машины. Существующие тяговые и потенциальные характеристики ответа на этот вопрос не дают.

Основанием для такой характеристики, которую мы назовем универсальной потребительской характеристикой трактора (УПХТ), служит известное соотношение

$$P_{кр} = F_{кр} V_{д}, \quad (1)$$

где $P_{кр}$ – тяговая мощность (мощность на крюке трактора), кВт; $F_{кр}$ – крюковое усилие, Н; $V_{д}$ – действительная скорость движения, м/с.

И

$$V_{д} = P_{кр} / F_{кр}. \quad (2)$$

В свою очередь

$$P_{кр} = P_{\epsilon} \eta_{т}, \quad (3)$$

где P_{ϵ} – мощность двигателя, Вт; $\eta_{т}$ – тяговый коэффициент полезного действия.

$$\eta_{т} = \eta_{тр} \eta_{r} \eta_{\delta} \eta_{спр}, \quad (4)$$

где $\eta_{тр}$ – КПД, учитывающий потери мощности в трансмиссии; η_{r} – КПД, учитывающий потери мощности в ходовой части; η_{δ} – КПД, учитывающий потери скорости; $\eta_{спр}$ – КПД, учитывающий потери мощности на смятие грунта движителем и образование колес.

Произведение $\eta_{тр}\eta_r$ показывает совершенство конструкции трактора, а $\eta_{\delta}\eta_{снр}$ – совершенство его тягово-сцепных качеств,

$$\eta_{\delta}\eta_{снр}=(1-\delta)F_{кр}/F_k=(1-\delta)(1-F_{снр}/F_k), \quad (5)$$

где $F_{снр}$ – сила сопротивления движению, образующаяся за счет смятия грунта движителем и образования колеи, Н; F_k – касательная сила тяги, Н; δ – буксование, в долях единицы.

При установившемся движении

$$F_k = F_{снр} + F_{кр}. \quad (6)$$

Зависимость буксования трактора от тяговой нагрузки носит сложный характер и зависит от многих факторов и, прежде всего, от почвогрунта и его фона.

Существует много зависимостей $\delta=f(F_{кр})$. Однако наиболее приемлемой и адекватной реальной является зависимость предложенная НАТИ [1], которая имеет вид:

$$\varphi_{кр}=\varphi_{кр\max} - Ae^{-B\delta}, \quad (7)$$

где $\varphi_{кр}$ – коэффициент крюкового усилия (коэффициент использования сцепного веса), $\varphi_{кр}=F_{кр}/G$, где G – эксплуатационная масса трактора, Н; $\varphi_{кр\max}$ – максимальный коэффициент крюкового усилия; A и B – эмпирические коэффициенты.

Формулу (7) можно преобразовать следующим образом: прологорифмируем выражение (7):

$$\ln(\varphi_{кр\max}-\varphi_{кр})=-\ln(Ae^{B\delta}). \quad (8)$$

И

$$\delta=-\ln(\varphi_{кр\max}-\varphi_{кр})/(B\ln A). \quad (9)$$

Заменим δ в формуле (5) и значения $F_k=\varphi_{кр}G$, $F_{снр}=fG$,

$$\eta_r = \eta_{тр}\eta_r \left[1 + \frac{\ln(\varphi_{кр\max} - \varphi_{кр})}{B \ln A} \right] \left(1 - \frac{f}{\varphi_{кр} + f} \right), \quad (10)$$

где f – коэффициент сопротивления движению трактора.

С учетом использования коэффициента запаса мощности χ_s (коэффициента эксплуатационной нагрузки) формула (2) будет иметь следующий вид

$$V_d = \frac{(P_e - P_{ном})\chi_s\eta_{тр}\eta_r \left[1 + \frac{\ln(\varphi_{кр\max} - \varphi_{кр})}{B \ln A} \right] \left(1 - \frac{f}{\varphi_{кр} + f} \right)}{F_{кр}}, \quad (11)$$

где $P_{\text{вoм}}$ – общая мощность, отбираемая через ВОМ:

$$P_{\text{вoм}} = P'_{\text{вoм}} / \eta_{\text{вoм}},$$

где $P'_{\text{вoм}}$ – мощность, отбираемая на привод активных органов агрегируемых машин; $\eta_{\text{вoм}}$ – КПД, учитывающий потери мощности при передаче ее через ВОМ.

Результаты расчетов по формуле (11) приведены на рис. 1.

На рис. 1 пунктирными и штрихпунктирными линиями показаны действительная скорость движения и крюковой расход топлива при отборе мощности через ВОМ.

Из рис. 1 также видно, что максимум тягового КПД $\eta_{\text{т max}}$ находится в области номинального крюкового усилия $F_{\text{кр н}}$. Если допустить снижение $\eta_{\text{т max}}$ от точки А до точек A_1 и A_2 в пределах 5% - 6% (т.е. в пределах коэффициента эксплуатационной нагрузки χ_3), то получим диапазон рациональных крюковых усилий для данного трактора, $D(F_{\text{кр}})$, т.е. рабочий диапазон.

Точка В графика $V_{\text{д}} = f(F_{\text{кр}}, \varphi_{\text{кр}})$ определяет действительную скорость движения при номинальном крюковом усилии, а точки B_1 и B_2 – рабочий диапазон скоростей $D(V_{\text{д}})$.

Если необходимо перейти к теоретическим скоростям движения $V_{\text{т}}$, то нужно учесть буксование трактора, т.е. $V_{\text{д}} = V_{\text{т}}(1 - \delta)$.

При использовании формулы (11) можно решить и обратную задачу: при заданной скорости движения и доли отбора мощности через ВОМ найти крюковое усилие и тем самым определить возможно ли агрегирование трактора с данной сельскохозяйственной машиной.

Интерес представляет определение удельного расхода топлива $g_{\text{кр}}$ на крюке трактора.

$$g_{\text{кр}} = g_e / (m\eta_{\text{т}} + n\eta_{\text{вoм}}), \quad (12)$$

где g_e – эффективный расход топлива, кг/(э*Вт*ч); m – доля мощности, идущей на тягу; n – доля мощности, отбираемой через ВОМ.

Эти зависимости показаны на рис.1 штрихпунктирными линиями.

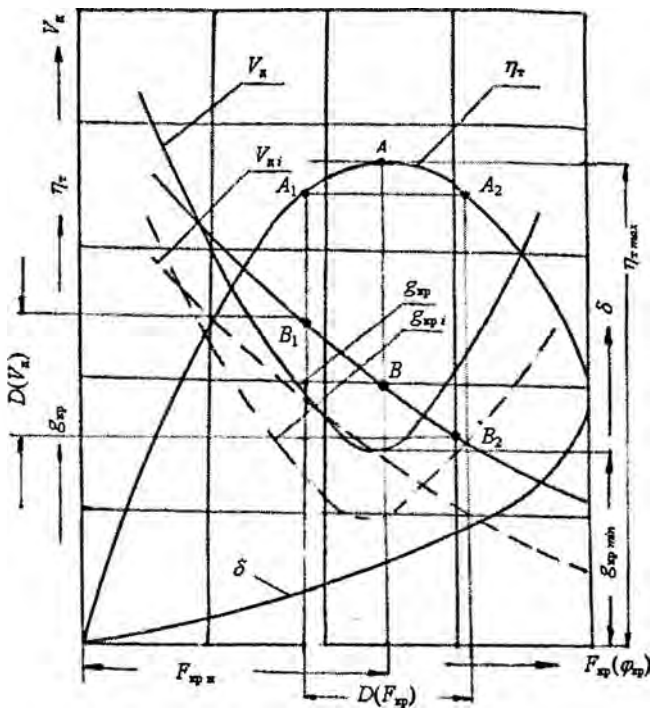


Рис. 1. Универсальная потребительская характеристика трактора

Таким образом, универсальная потребительская характеристика трактора позволяет оценить его потребительские свойства на стадии проектирования и дать заключение о его конкурентоспособности.

Литература

1. Гуськов, В. В. Тракторы. Теория / В. В. Гуськов, И. П. Ксенович, Н. Ф. Богдан [и др.]; под ред. В. В. Гуськова. – М., 1998.
2. Зангиев, А. А. Производственная эксплуатация машино-тракторного парка / А. А. Зангиев, Г. П. Лышко, А. М. Скороходов. – М., 1996.
3. Колобов, Г. Г. Тяговые характеристики тракторов / Г. Г. Колобов, А. П. Парфенов. – М., 1972.