

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДВИЖИТЕЛЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВОГРУНТА НА ТЯГОВО-СЦЕПНЫЕ СВОЙСТВА ТРАКТОРОВ

Ляхов А.П., к.т.н., доцент, Кошля Г.И.

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Трактор является основным энергетическим средством мобильного машинно-тракторного агрегата. Такими агрегатами выполняется более 90% сельскохозяйственных операций в растениеводстве. Эффективность использования машинно-тракторного агрегата (МТА) в большей степени зависит от совершенства конструкции трактора в целом и его двигателя.

Совершенство конструкции и тягово-сцепные свойства трактора принято оценивать обобщенным показателем, который называют тяговый КПД. [2]

$$\eta_{\tau} = \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_r \cdot \eta_f \cdot \eta_{\delta} \quad (1)$$

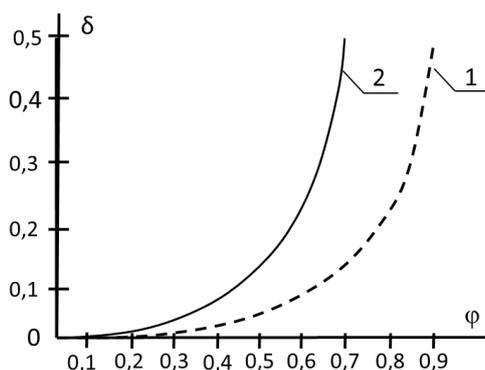
где $\eta_{\text{тр}}$ - КПД учитывающий потери в трансмиссии трактора; η_r - КПД учитывающий потери в движении трактора; η_f - КПД учитывающий потери, связанные деформацией почвогрунта при движении грунта; η_{δ} - КПД учитывающий потери при буксовании трактора.

Многочисленные исследования показывают сделать вывод, что основным видом потерь, снижающим тяговый КПД трактора являются потери, имеющие место при взаимодействии двигателей с почвогрунтом, с целью уменьшения потерь, снижающих тягово-сцепные свойства трактора.

В теории трактора [1, 2] принято считать основными показателями тягово-сцепных свойств трактора коэффициенты сцепления ϕ , сопротивление качению f и буксование δ , которые являются взаимосвязанными.

Так величина буксования δ зависит от сцепных свойств двигателя, типа и состояния почвогрунта, а сцепные свойства оцениваются коэффициентом сцепления ϕ , которые функционально зависят от буксования δ т.е. $\phi = f(\delta)$.

Проведенные экспериментальные исследования [1] позволят установить связь между ϕ и δ (рисунок 1).



1 - гусеничный движитель, 2 — колесный движитель.

Рисунок 1 – Экспериментальные зависимости между коэффициентами сцепления ϕ и буксованием δ

Сила сцепления двигателя с почвогрунтом, а следовательно и тяговые свойства трактора определяются по следующей зависимости

$$P_{\phi} = \phi \cdot G_{\text{сц}} \quad (2)$$

где $G_{\text{сц}}$ – сцепной вес трактора.

Следовательно тяговые свойства трактора растут пропорционально ϕ и $G_{\text{сц}}$, а для более точных расчетов P_{ϕ} по зависимости (1) необходимо иметь численные значения ϕ , которые могут быть определены исследованием специальных сдвиговых установок.

Теоретически доказано и экспериментально подтверждено, что рост силы сцепления P_ϕ происходит до определенных пределов, после чего он замедляется. Это объясняется зависимостью ϕ от $G_{сц}$, так величина $G_{сц}$ определяет удельное давление движителя на почвогрунт, рост которого уменьшает коэффициент ϕ (рисунок 2).

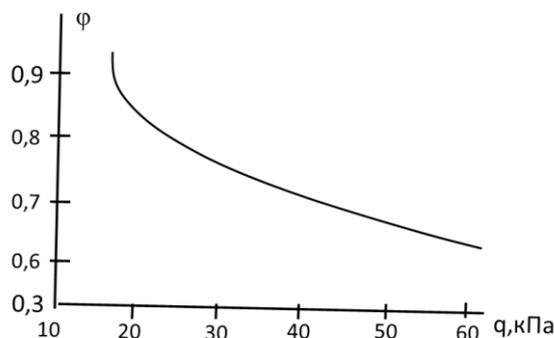


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента сцепления от удельного давления движителя на почвогрунт

Известно[3], что при номинальном режиме работы двигателя трактора касательная сила тяги равна

$$P_{кн} = \frac{0,159 \cdot N_{ен} \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{n_{ен} \cdot r_k} \quad (3)$$

где $N_{ен}$ - номинальная мощность двигателя; $i_{тр}$ - передаточное отношение трансмиссии на данной передаче; $\eta_{тр}$ - КПД трансмиссии; $n_{ен}$ - номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя; r_k - радиус качения ведущего колеса трактора (для гусеничных тракторов принимается радиус начальной окружности ведущей звездочки).

Из формулы (3) следует, что для того чтобы вся мощность двигателя могла быть реализована через касательную силу тяги в тяговое усилие необходимо, чтобы обеспечивалось равенство

$$P_\phi = P_{кн} \text{ или } P_{кн} = \phi_{опт} \cdot G_{сц}$$

где $\phi_{опт}$ - коэффициент сцепления, при котором обеспечивается равенство касательной силы тяги и силы сцепления при полном использовании мощности двигателя.

При данном соотношении реализуется максимальное тяговое усилие трактора. Из изложенного следует, что экспериментальное определение сцепных свойств движителей тракторов с использованием штампов (физическое моделирование) либо отдельных экспериментов (звенья гусениц) являются актуальной задачей научных исследований. Полученные данные используются для расчетов силы тяги тракторов и обоснование отдельных параметров их движителей таких как:

1. Тягово-сцепные трактора определяют эффективность конструкции и эксплуатационные показатели его работы.
2. Тяговый КПД трактора в большей степени зависит от показателей взаимодействия движителя с почвогрунтом коэффициентов сцепления ϕ , буксования δ и сопротивления качения f .
3. Коэффициенты ϕ и δ взаимосвязаны и зависят от конструкции движителя, типа и состояния почвогрунта и экспериментально они могут определяться с использованием стационарных установок.

Литература

1. Гуськов В.В. и др. Тракторы: теория. М. «Машиностроения», 1988, 374 с.
2. Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля., М. «Колос» 1972, 384 с.
3. Непарко Т.А. и др. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Практикум, Минск «ИВЦ Минфина», 2018, 216 с.