

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Зырянов А. П.,

доц. канд. техн. наук,

Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк

Проведен анализ расхода энергии машинно-тракторных агрегатов, вырабатываемой двигателем внутреннего сгорания, при выполнении технологических операций в растениеводстве, который показал, что большая ее часть безвозвратно теряется, а на полезную работу затрачивается 8...44 % произведенной энергии. Предложены основные пути повышения энергетической эффективности их использования.

Ключевые слова: трактор, двигатель, энергия, коэффициент полезного действия, анализ.

EVALUATION OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE USE OF MACHINE-TRACTOR UNITS IN CROP PRODUCTION

The analysis of the energy consumption of machine-tractor units produced by an internal combustion engine during technological operations in crop production, which showed that most of it is irretrievably lost, and 8...44 % of the energy produced is spent on useful work. The main ways of increasing the energy efficiency of their use are proposed.

Keywords: tractor, engine, energy, efficiency, analysis.

На долю сельскохозяйственного производства приходится 3...6 % расхода энергии в мире. В аграрном секторе более 42 % моторного топлива затрачивается в растениеводстве [1–3]. В структуре себестоимости производимой продукции в данной отрасли затраты на светлые нефтепродукты составляют по различным оценкам от 8 до 50 % [3; 4]. Основными потребителями топлива в полеводстве являются агрегаты, составленные на базе тракторов [5].

Целью исследования является определение путей повышения энергетической эффективности использования машинно-тракторных агрегатов в растениеводстве.

Задача исследования — провести анализ энергетических затрат при работе машинно-тракторных агрегатов в растениеводстве.

Источником получения механической энергии в мобильных агрегатах, используемых в растениеводстве, является двигатель внутреннего сгорания (ДВС), преобразующий химическую энергию сгорающего топлива в механи-

ческую работу в виде вращения маховика М (рис. 1). Образующую им энергию обозначим A_e .

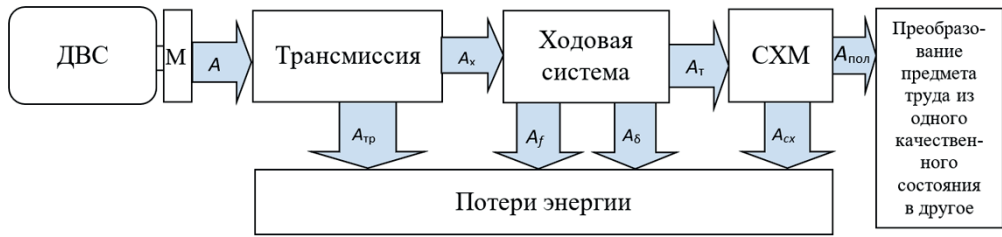


Рис. 1. Схема затрат энергии тягового машинно-тракторного агрегата при выполнении технологического процесса:

A_e — энергия, образуемая на маховике двигателя; $A_{тр}$ — затраты энергии в трансмиссии трактора; A_{xc} — энергия, передаваемая на ходовую систему трактора; A_f — потери энергии на передвижение трактора; A_δ — потери энергии на буксование движителей; A_t — энергия, передаваемая на сельскохозяйственную машину; $A_{схм}$ — потери энергии в сельскохозяйственной машине; $A_{пол}$ — полезные затраты энергии

После маховика поток энергии направляется через трансмиссию на ведущие движители. При этом часть ее теряется, $A_{тр}$, главным образом вследствие трения в составных частях трансмиссии. После потерь в трансмиссии на ходовую систему передается энергия A_{xc} , которую можно определить как:

$$A_{xc} = A_e + A_{тр}. \quad (1)$$

Коэффициент полезного действия (КПД) трансмиссии равен:

$$\eta_{тр} = \frac{A_{xc}}{A_e}. \quad (2)$$

В процессе работы ходовой системы мобильного энергетического средства происходят потери энергии на передвижение A_f , на буксование движителей A_δ , на преодоление сил сопротивления подъему A_α (в случае движения по наклонной поверхности). За вычетом указанных потерь энергия, которая остается на создание тяги на крюке мобильного энергетического средства A_t равна:

$$A_t = A_{xc} - (A_f + A_\delta), \quad (3)$$

а КПД ходовой системы

$$\eta_{xc} = \frac{A_t}{A_{xc}}. \quad (4)$$

Сельскохозяйственная машина, которая перемещается по полю посредством тяги, создаваемой мобильным энергетическим средством, не всю энергию расходует на выполнение полезной работы $A_{пол}$, которая затрачивается

на качественное преобразование предмета труда (почву, растения). Часть ее ($A_{\text{схм}}$) теряется на преодоление сил сопротивления передвижению сельскохозяйственной машины, трения рабочих органов об обрабатываемый материал, трения качения в подшипниках и т. д. Поэтому полезную работу определим как:

$$A_{\text{пол}} = A_{\text{т}} - A_{\text{схм}}, \quad (5)$$

а ее коэффициент полезного действия:

$$\eta_{\text{схм}} = \frac{A_{\text{схм}}}{A_{\text{т}}}. \quad (6)$$

Или с учетом (2), (4), (6) полезные затраты равны:

$$A_{\text{пол}} = A_{\text{е}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{хс}} \cdot \eta_{\text{схм}}. \quad (7)$$

Для оценки энергетической эффективности использования агрегата примем механический КПД (табл.), который определяется как

$$\eta_{\text{э}} = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{е}}} = \frac{A_{\text{е}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{хс}} \cdot \eta_{\text{схм}}}{A_{\text{е}}} = \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{хс}} \cdot \eta_{\text{схм}}. \quad (8)$$

Таблица

Значения КПД машинно-тракторных агрегатов

Обозначение КПД	$\eta_{\text{тр}}$	$\eta_{\text{хс}}$	$\eta_{\text{схм}}$	$\eta_{\text{э}}$
Значение КПД	0,87...0,92	0,35...0,68	0,25...0,70	0,08...0,44

Таким образом, проведенный анализ показывает, что вырабатываемая энергия на маховике двигателя трактора, работающего в составе различных агрегатов в растениеводстве, не вся используется для выполнения полезной работы (на качественное преобразование предмета труда). Ее основные потери происходят в результате работы ходовой системы трактора и сельскохозяйственной машины. При этом только 8...44 % вырабатываемой двигателем внутреннего сгорания и образуемой на маховике энергии используется на выполнение полезной работы. Основными путями повышения энергетической эффективности использования агрегатов на базе тракторов являются:

- снижение буксования движителей при взаимодействии с почвой;
- уменьшение затрат энергии на передвижение трактора;
- повышение коэффициента полезного действия сельскохозяйственных машин.

Список литературы

1. *Плаксин А. М., Гриценко А. В.* Ресурсы растениеводства. Энергетика машинно-тракторных агрегатов : монография. 2-е изд., перераб. и доп. Челябинск : Южно-Уральский ГАУ, 2015. 48 с.
2. *Зырянов А. П.* Исследование взаимосвязи энергетических и технико-экономических показателей работы тягово-приводных агрегатов // АПК России. 2015. Т. 72, № 1. С. 36–39.
3. *Нагорнов С. А., Корнев А. Ю., Романцова С. В.* Пути повышения эффективности использования светлых нефтепродуктов в сельском хозяйстве // Наука в Центральной России. 2020. № 3(45). С. 112–121.
4. *Зырянов А. П., Шепелев В. Д.* Повышение энергетической эффективности использования тракторно-транспортного агрегата в растениеводстве // Технические науки-агропромышленному производству : материалы международ. науч.-практ. конф. Челябинск : Юж.-Урал. гос. аграр. ун-т. 2017. С. 110–116.
5. *Зырянов А. П., Пятаев М. В., Максименко А. В.* Рациональное распределение грузов на тракторе в зависимости от нагрузки на крюке // Современные тенденции технологического развития АПК : материалы Международ. науч.-практ. конф. Института агроинженерии, посвящ. 85-летию кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка имени профессора М. П. Сергеева / под ред. М. Ф. Юдина. Челябинск : Юж.-Урал. гос. аграр. ун-т, 2019. С. 66–74.