

что в будущем может крайне негативно отразиться на человеке. Поэтому внедрение рационализаторских решений направленных на оптимизацию производства в различных областях промышленности, является очень важной задачей, актуальность которой не изменится в ближайшие десятилетия.

#### **Список использованной литературы**

1. Романенко, А.В. О системных основах управления в реальном секторе экономики / А.В. Романенко, А.И. Попов, В.Л. Пархоменко // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2014. – № 2(31). – С. 28–35.

2. Романенко, А.В. Об информационных основах принятия решений при управлении хозяйствующим субъектом / А.В. Романенко, А.И. Попов, В.Л. Пархоменко // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – №8. – С. 134–136.

3. Молоткова, Н.В. Организация подготовки инженерных кадров к инновационной деятельности / Н.В. Молоткова, А.И. Попов // Alma mater: Вестник высшей школы. – 2019 – №4. – С. 9–14.

4. АО «АРТИ-Завод» [Электронный ресурс]. – URL <https://arti-zavod.ru/>. (Дата обращения 05.10.2020).

УДК 631. 431

### **ПОВЫШЕНИЕ ТЯГОВОГО КПД СДВАИВАНИЕМ КОЛЕСНЫХ ХОДОВЫХ СИСТЕМ**

**А.Н. Орда<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор,  
В.А. Шкляревич<sup>1</sup>, старший преподаватель,  
А.С. Воробей<sup>2</sup>, научный сотрудник**

<sup>1</sup>*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г.  
Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация.* В статье рассмотрен один из наиболее эффективных способов повышения тягового КПД – сдваивание колесных ходовых систем.

*Abstract.* The article considers one of the most effective ways to increase traction efficiency – doubling of wheeled running systems.

*Ключевые слова:* тяговый КПД, ходовая система, буксование, касательная сила тяги, сила сопротивления качению.

*Keywords:* traction efficiency, running system, skidding, traction tangent force, rolling resistance force.

#### **Введение**

Тяговый КПД и его составляющие могут быть представлены функциями многих переменных, таких как мощность, развиваемая двигателем, масса машины, наружный диаметр шины колеса, ширина шины колеса, площадь контакта шины колеса с почвой, давление воздуха в шине, скорость движения машины, тяговое усилие на крюке.

Из теории трактора известно, что тяговый КПД в зависимости от тягового усилия на крюке имеет один максимум, т. е. для каждого типоразмера шин трактора имеется оптимальное крюковое усилие, при котором он развивает оптимальные тягового-цепные качества и экономичность.

### Основная часть

В качестве основного критерия оптимизации и совершенства ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники принят тяговый КПД, который для случая равномерного установившегося движения по горизонтальной поверхности определяется по зависимостям [26, с. 47]:

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

$$\eta_{\text{тяг}} = \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_r \cdot (1 - \delta) \left( 1 - \frac{F_f}{F_k} \right), \quad (2)$$

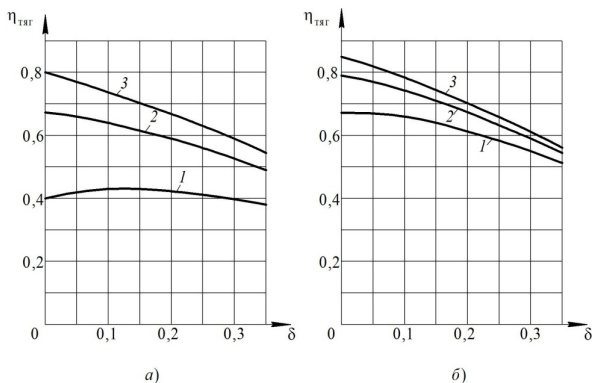
где  $\eta_{\text{тр}}$  – механический КПД, учитывающий потери энергии при передаче мощности в трансмиссии (при современном уровне изготовления шестерен  $\eta_{\text{тр}} = 0,95 \dots 0,99$ );  $\eta_r$  – КПД, учитывающий потери мощности в ходовом аппарате (для современных шин различной конфигурации  $\eta_r = 0,97-0,99$ );  $\eta_{\delta}$  – КПД, учитывающий потери мощности на буксование движителей;  $\eta_f$  – КПД, учитывающий потери мощности на сопротивление движению;  $\delta$  – буксование движителя;  $F_f$  – сила сопротивления качению, Н;  $F_k$  – касательная сила тяги, Н.

Произведение составляющих тягового КПД  $\eta_{\text{тр}} \cdot \eta_r$  оценивает совершенство конструкции трансмиссии и ходовой системы, а произведение  $\eta_{\delta} \cdot \eta_f$  – проходимость и совершенство тягово-цепных свойств почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов. И если первые две составляющие тягового КПД имеют определенные и близкие по величине значения, то  $\eta_{\delta}$  и  $\eta_f$  изменяются в широких пределах и зависят от режимов работы, конструктивных параметров сельскохозяйственной машины, а также физико-механических свойств почвы. Поэтому наибольшее влияние на общий тяговый КПД оказывают именно  $\eta_{\delta}$  и  $\eta_f$ , которые определяются процессом взаимодействия движителя с его опорной поверхностью – почвой.

Определим значения тягового КПД задних колес трактора «Беларус 82.1», оборудованного единичными и сдвоенными движителями с заводскими типоразмерами шин – 15,5R38. Затем по результатам расчетов проведем сравнительный анализ и дадим оценку влияния режимов работы (буксование движителей), компоновки ходовых систем и физико-механических свойств почвы на тяговый КПД задних колес рассматриваемого трактора.

Величины силы сопротивления качению и касательной силы тяги при однократном проходе движителя определим согласно соответствующим зависимостям, предложенным профессором А.Н. Ордой [68].

Графическая зависимость тягового КПД от буксования задних колес трактора «Беларус 82.1», оборудованного единичными и сдвоенными движителями, согласно закономерности (2) для различных почвенных агрофонов представлена на рисунке 1.



1 – рыхлая почва; 2 – почва средней плотности; 3 – почва высокой плотности.

Рисунок 1 – Зависимость тягового КПД от буксования единичных (а) и сдвоенных (б) задних колес трактора «Беларус» 82.1 с шинами 15,5R38

Расчеты, проведенные по зависимости (2), показали, что сдвигание задних колес трактора «Беларус 82.1» повышает тяговый КПД на всех рассмотренных почвенных агрофонах и в большинстве рассмотренных случаях снижается с ростом буксования движителя. Экстремум тягового КПД при заданных параметрах, режимах работы и свойствах почвы выделяется лишь для случая, когда трактор «Беларус 82.1» с задними единичными колесами движется по рыхлой почве при буксовании  $\delta = 0,12 \dots 0,14$ .

### Заключение

Для повышения тягового КПД ходовых систем тракторов, входящих в состав почвообрабатывающих МТА, можно использовать простой и доступный, повсеместно применяемый конструктивный способ сдвигания колес, при этом необходимо ограничивать буксование движителей.

### Список использованной литературы

1. Гуськов, А.В. Оптимизация потребительских свойств и параметров колесных тракторов семейства «Беларус»: монография / А.В. Гуськов; под ред. д-ра техн. наук, проф. В.П. Бойкова. – Могилев: Белору.-Рос. ун-т, 2008. – 210 с.
2. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / А.Н. Орда; Бел. агр. техн. ун-т. – Минск, 1997. – 269 с.