

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

Ткаченко Д.И., к.т.н, доц., Колесник И.В., аспирант,
Кулаков Ю.Н., ст. преподаватель, Гайдаш С.Г., магистр,
Змиевский В.Л., магистр

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенка*

Проведено аналитическое исследование воздействия пневматических шин на тягово-сцепные и энергетические свойства трактора.

Введение. Никому не секрет, что сельскохозяйственное производство (весь АПК) Украины является очень важной отраслью, влияющей на экономическое развитие страны.

Каждому работнику АПК понятно, что сегодня ни одна страна, даже с благоприятными климатическими условиями и лучшими в мире черноземами не может решить свою продовольственную проблему без отечественных, высокопроизводительных, экологически чистых и энергосберегающих средств механизации с-х производства, созданных на основе достижений науки и передовой мысли ученых.

Анализ основных исследований, публикаций. На основании анализа конструкций тракторов и проведенных многими исследователями испытаний в производственных условиях остро стоит вопрос улучшения их показателей, с точки зрения энергосбережения. Рассмотрим научные возможности создания энергосберегающих средств механизации производственных процессов, на примере разработки перспективных малогабаритных энергетических средств механизации.

К большому сожалению, сегодня Украина теряет свой научный и конструкторский потенциал по разработке отечественного двигателе- и тракторосельхозстроения. По статистическим данным за последние 20 лет машинно-тракторный парк Украины изношен на 65%. Этим создан дефицит сельскохозяйственной техники. Сельские товаропроизводители вынуждены приобретать очень дорогую иностранную технику, не совсем надежную, внешне привлекательную, но не совсем отвечающую нашим условиям работы и крестьянскому менталитету.

Поэтому перед нашими учеными – создателями средств механизации должна быть поставлена задача разработки машин на основе достижений науки и техники в направлении обеспечения энергосберегающих и экологически чистых технологий.

Учитывая вышеизложенное, нами были предложены уточненные методики тягового расчета с-х тракторов с учетом норм воздействия движителей на почву [1,2,3].

Цель исследования. Разработать и предложить критерии оценки работы МТА, за счет оптимизации режимов работы ходовой системы, например, колесного трактора путем подбора оптимального размера пневматических шин и способы улучшения тягово-сцепных качеств движителя.

Решение вопроса. Теоретический анализ многих исследований [4,5,6] показывает, что основное влияние на показатели работы колесных машин, оказывает рациональный подбор шин, в первую очередь, ведущих колес по их основным конструктивным и эксплуатационным параметрам (размеры, жесткость каркаса и внутришинное давление), а также по соответствию шин и режимов их работы применительно к состоянию почвы.

Как известно основное (главное) влияние на показатели работы колесного движителя оказывают: характеристика и состояние почвы, вертикальная нагрузка на колеса и ее распределение по осям (удельное давление на почву), тяговое усилие на крюке, мощность подводимая к оси ведущих колес и заданная скорость движения.

Теоретический анализ показывает, что работа колесного движителя во многом зависит от соответствия удельного давления шин несущей способности почвы.

Проведенные нами предварительные теоретические и экспериментальные исследования подтвердили, что на показатели работы ведущего колеса первостепенное влияние оказывает соотношение несущей способности почвы, характеризующейся K_n и удельным давлением q_{cp} шины на почву (по ГОСТ 26955-86):

$$C = \frac{K_n}{q_{cp}}, \quad (1)$$

де q_{cp} – удельное давление ведущих колес на почву, Н/м²;
 K_n – несущая способность почвы, Н/м²;
С – безразмерный коэффициент.

Например, для возделывания свеклы с междурядьями 0,45м ширина шин ведущих колес не может превышать 0,21м, направляющих 0,16м, удельное давление на почву не должно превышать 80÷100кПа, то есть для пропашного трактора, как показали расчеты [7], вертикальная нагрузка на ведущие колеса не должна превышать вполне фиксированную величину.

Проведенные исследования показали, что при выполнении заданной работы, например, возделывание свеклы, геометрические размеры движителя (размер шин и сцепной вес) могут быть представлены, как величины постоянные и записаны алгоритмом:

$$G_{сц} \rightarrow DB(F_k) = const ;$$

Переменными могут быть только вертикальные нагрузки на колеса, распределение веса трактора по осям λ в небольших пределах и внутришинное давление воздуха P_w , то есть можно записать алгоритм:

$$\lambda P_w = var$$

При силе сопротивления качению $P_f \rightarrow min$; касательной силе тяги $P_k \rightarrow max$, тяговый КПД ведущего колеса $\eta_k \rightarrow max$; коэффициент $C \rightarrow min$.

Исследованиями по взаимодействию ведущего колеса с деформируемой опорной поверхностью было установлено, что для каждой шины и почвы имеется оптимальная вертикальная нагрузка, при которой обеспечиваются максимальные тягово-сцепные показатели колеса η_{kmax} (рис.1).

Экспериментально также было установлено, что с увеличением поступательной скорости движения колеса при постоянной силе тяги на оси колеса P_o ($P_{кр} = const$) тяговый КПД колеса имеет тенденцию к снижению, а тяговое усилие на оси колеса с увеличением скорости движения должно снижаться. Таким образом, можно сделать вывод, что существует предел мощности, которую колесо может развить по условиям сцепления с опорной поверхностью, это требует дополнительных исследований.

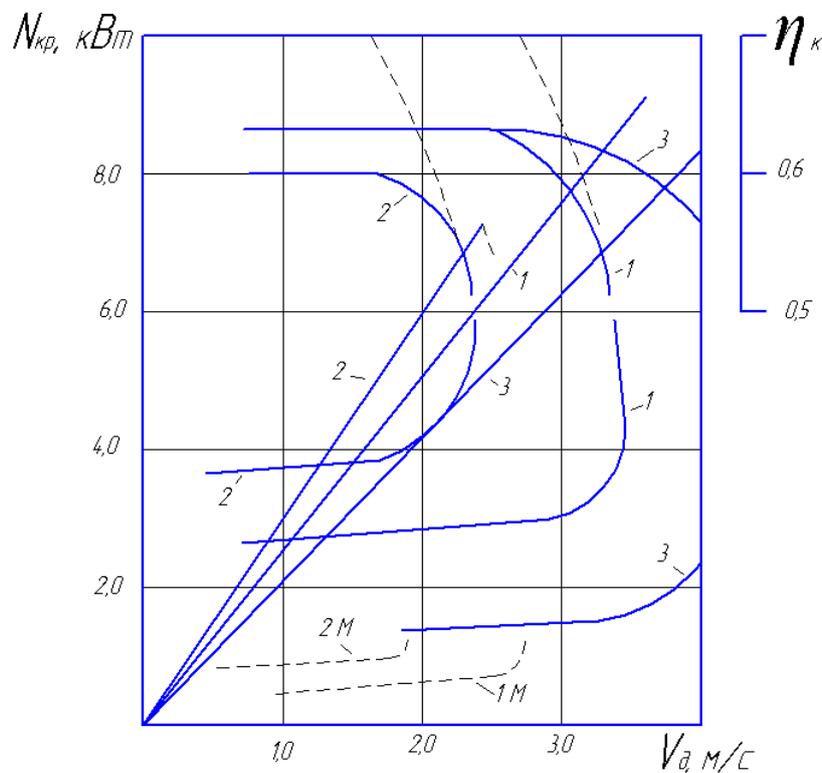


Рис.1 – Зависимость показателей работы колеса от скорости движения на поле подготовленного под посев. $G_k=7,4кН$; $P_w=0,06Мпа$; 1 – $P_o=2,7 кН$; 2 – $P_o=3,0 кН$; 3 – $P_o=2,1 кН$;

В связи с этим можно утверждать, что энергонасыщенность любой колесной машины не должна превышать оптимальную мощность, чтобы буксование колес не превышало величину коэффициента сцепления ϕ величина которого зависит от площади контакта шины с опорной поверхностью (рис. 2), (смотри стандарт СЭВ-627-85), где четко определена концепция деления с-х тракторов по номинальной силе тяги на крюке.

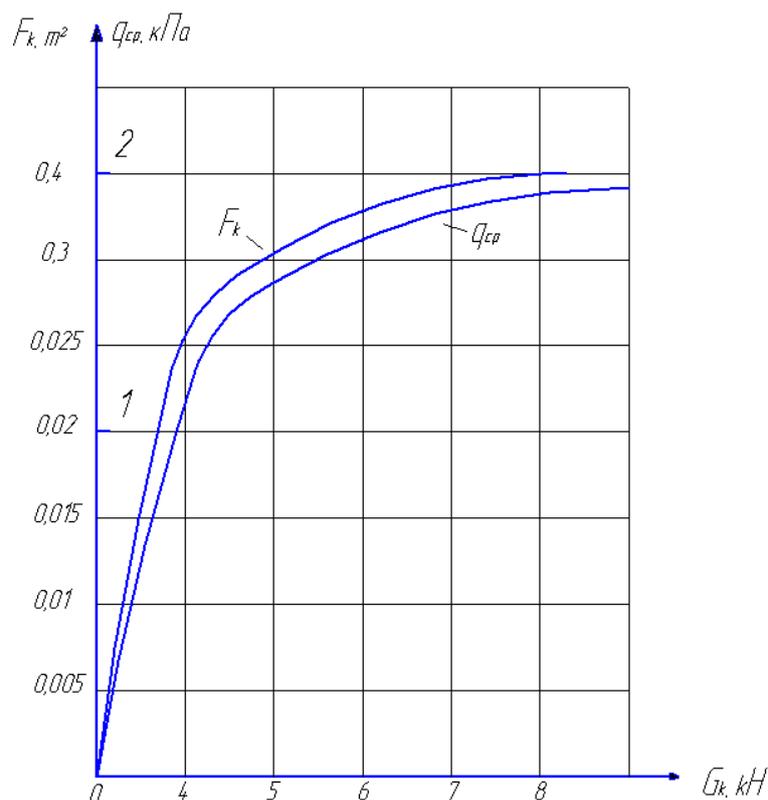


Рис. 2 – Зависимость площади контакта шины и среднего удельного давления на почву в зависимости от нагрузки при внутришинном давлении $P_w=0,06$ МПа

Поэтому за номинальную силу тяги на крюке принята сила тяги при работе трактора на одной из низших передач на стерне из под озимых колосовых нормальной влажности и плотности при достаточно высоком тяговом КПД, то есть, когда буксование ведущих элементов (колес, гусениц) не превышает 5% – для гусеничных тракторов, 14-15% – тракторов 4К4, 15-17% – для тракторов 4К2.

На основании выше изложенного, можно предложить последовательность разработки перспективного малогабаритного трактора класса 2 кН. По условиям вписываемости в рекомендуемых междурядий возделывания овощных культур $m=0,45$ м [6], принимаем шину 7,50R16 модели Ф–301, которая при минимальном внутришинном давлении $P_w=0,06$ МПа, имеет площадь контакта на почве подготовленной под посев (рис.2).

Имея функциональную зависимость $\eta_k = f(P_w)$ можно решить уравнение:

$$\frac{d\eta_k}{dP_w} = 0. \quad (2)$$

При работе агрегата в заданных почвенных условиях, имея экспериментальные данные по изменению тягово-сцепных показателей в зависимости от скорости движения МТА, можно определять оптимальную энергонасыщенность (потребную мощность двигателя) агрегата для конкретных условий работы, то есть решать практические задачи.

Как показали исследования тяговый КПД ходовой части $\eta_{х.ч.}$ в

зависимости от скорости движения (рис. 1) изменяется от $\eta_{т \max}$ до $\eta_{т \min}$, а развиваемая сила тяги на оси колеса от $P_0=0$ до P_0 при $\eta_{к}=0$. При этом изменение P_0 от при $\delta=0,15$ до $\delta=1$ характеризует предел оптимальной мощности, реализуемой двигателем (ведущим колесом) по условиям сцепления.

Из рис. 1 следует также вывод, что с повышением скорости движения при нарушении условий уравнения движения МТА

$$P_{к} \geq P_{к\phi} \geq \Sigma P_{с}, \quad (3)$$

может быть записано равенством:

$$P_{к} = P_{к\phi} = \Sigma P_{с}, \quad (4)$$

где касательная сила тяги по двигателю:

$$P_{к} = \frac{M_{к}}{r_{\partial}}, \quad (5)$$

здесь:

$$M_{к} = M_{e} i_{тп} \eta_{тп}, \quad (6)$$

$M_{к}$ – момент на оси ведущих колес;

M_{e} – момент на коленчатом валу двигателя;

$i_{тп}$ – передаточное число трансмиссии;

$\eta_{тп}$ – КПД трансмиссии.

r_{∂} – силовой радиус колеса (плечо приложения $P_{к}$).

$P_{к\phi}$ – величина касательной силы тяги развиваемой ведущими колесами.

$$P_{к\phi} = \varphi \cdot G_{сц} \cos \alpha. \quad (7)$$

$P_{с}$ – сумма всех внешних сопротивлений.

Вывод

При разработке перспективных энергетических средств механизации необходимо учитывать взаимосвязи производительности МТА, энергосбережения при сохранении экологии почвы и потенциальной урожайности с-х культур. Необходимо учитывать взаимозависимость энергонасыщенности агрегата с тягово-сцепными возможностями его движителя.

Таким образом, перспективные энергетические средства механизации должны иметь оптимальные конструктивные параметры и режимы работы, обеспечивающие максимальный тяговый КПД.

Список использованных источников

1. Ткаченко Д.И. и другие Уточнение методики тягового расчета колесного трактора. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства – Харків, 2009 – Вип. 89, С. – 248.
2. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути её решения. – М.: ВИМ, 1998. – с.367.
3. Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – М.: Колос, 1972. – с.384.
4. Тракторы: Теория/ Под ред. В.В.Гуськова, - М.: Машиностроение, 1984 – 374с.
5. Агейкин Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. – М.: Машиностроение, 1972.
6. Сверщевский Б.С. Эксплуатация МТП. - М.: Сельхозгиз, 1958.
7. Ксенович И.П., Скотников В.А., Ляско М.И. Ходовая система – почва - урожай. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.

Анотація

ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Ткаченко Д., Колеснік І., Кулаков Ю., Гайдаш С., Змієвський В.

У статті на основі аналітичних досліджень пневматичних шин запропоновано оптимальний вибір та їх вплив на тягово-зчіпні властивості трактора.

Abstract

PRINCIPLES OF MODERN ENERGY SAVING OF PURPOSE AGRICULTURAL MECHANIZATION

D. Tkachenko, I. Kolesnik, Y. Kulakov, S. Gaidash, W. Zmievsky

On the basis of analyzes of pneumatic tires offered the best selection and their impact on traction-grip tractor.