

2. Классификация систем стабилизации скорости электропривода. Системы обработки информации в системах стабилизации скорости / Бутабаева К.Е. ELS. 2024. № февраль. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-sistem-stabilizatsii-skorosti-elektroprivoda-sistemy-obrabotki-informatsii-v-sistemah-stabilizatsii-skorosti>

3. Эффективность использования без трансформаторных многоуровневых преобразователей частоты в электроприводе магистральных насосов / В. А. Шабанов, В. Ю. Алексеев, А. Р. Калимгулов [и др.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2015. – № 5. – С. 493–515. – EDN UMMQWR.

Summary. The main conclusion can be expressed in the words of Shabanov V.Yu. One of the new technical directions focused on saving energy resources is the introduction of frequency converters for smooth control of the speed of squirrel-cage asynchronous electric motors [3]. Energy savings of up to 60% are achieved by optimizing the rotation speed of working mechanisms by reducing the starting currents of asynchronous motors, setting the rates of acceleration, braking and non-contact motor reversal, as well as increasing the duration of the overhaul period.

УДК 631.311

Мисуню О.И., кандидат технических наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ БАЛАНСА МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ТРАКТОРА В СОСТАВЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

Аннотация. Для обоснования параметров и режимов работы, энергетической оценки почвообрабатывающих агрегатов необходимо иметь численные значения ряда величин входящих в общий баланс мощности двигателя трактора. В статье представлено их определение через показатели полученные при проведении экспериментальных исследований агрегатов в полевых условиях.

Annotation. To justify the parameters and operating modes, energy assessment of soil-cultivating units, it is necessary to have numerical values for a number of quantities included in the overall power balance of the tractor engine. The article presents their definition through indicators obtained during experimental studies of units in field conditions.

Ключевые слова. Трактор, мощность, почвообрабатывающий агрегат, тяговое усилие, скорость, буксование, КПД трансмиссии, сопротивление качению.

Keywords. Tractor, power, tillage unit, traction, speed, slipping, transmission efficiency, rolling resistance.

Энергетические затраты на выполнение технологических сельскохозяйственных процессов в значительной степени определяются эксплуатационными свойствами машин и режимами работы машинно-тракторных агрегатов. Наиболее энергоемкие и трудоемкие операции в производстве продукции растениеводства связаны с обработкой почвы. Задача снижения энергетических и трудовых затрат для выполнения этих операций решается наращиванием единичной мощности тракторов, используемых с более широкозахватными и скоростными агрегатами, а также созданием новых и усовершенствованием существующих орудий для обработки почвы и технологий.

Для обоснования параметров и режимов работы почвообрабатывающих агрегатов в заданных условиях выполнения технологического процесса, выбора рациональных параметров рабочих органов, установления технически обоснованных норм выработки и расхода горюче-смазочных материалов, обеспечения контроля за техническим состоянием тракторов и сельскохозяйственных машин, правильностью их регулировок и в целом, для энергетической оценки необходимо знать численные значения ряда величин входящих в общий КПД энергетического средства и составляющие баланса мощности двигателя трактора. При установившемся движении на ровном участке поля почвообрабатывающего агрегата уравнение баланса мощности двигателя энергетического средства представляется выражением:

$$N_n \eta_n = N_e = N_T + N_f + N_\delta + N_{тр} + N_\alpha + N_{тр\alpha}, \quad (1)$$

где N_n – номинальная мощность двигателя; η_n – степень загрузки двигателя; N_e – эффективная мощность двигателя; $N_{тр}$ – потери мощности в трансмиссии привода колес трактора; N_T – тяговая мощность; N_f – мощность, затрачиваемая на передвижение трактора; N_δ – мощность, затрачиваемая на буксование движителей; N_α – мощность, идущая на выполнение полезной работы активными рабочими органами почвообрабатывающей машины; $N_{тр\alpha}$ – потери мощности в трансмиссии привода активных рабочих органов.

Тяговая мощность трактора определяется как произведение тягового сопротивления почвообрабатывающей машины P на скорость движения агрегата v .

$$N_T = Pv = F_T v; \quad (2)$$

где F_T – тяговое усилие на крюке трактора.

Тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин и орудия является важнейшим энергооценочным параметром машинно-тракторного агрегата. При проведении экспериментальных исследований в полевых условиях для определения тягового сопротивления почвообрабатывающих машин используют различные конструкции тензометрических навесок.

Мощность, затрачиваемая на передвижение трактора определяется как произведение его веса G_T на коэффициент сопротивления качению f и на скорость движения агрегата.

$$N_f = G_T f v; \quad (3)$$

Существенное влияние на величину общего коэффициента полезного действия энергетического средства, на производительность агрегата, на снижение энергетических затрат на выполнение технологического процесса обработки почвы оказывает буксование. Величина буксования ведущих колес сельскохозяйственных агрегатов характеризуется отношением потерянной скорости поступательного движения к возможному ее теоретическому значению и определяется по формуле

$$\delta = \frac{v_T - v}{v_T}, \quad (4)$$

где v_T – теоретическая скорость движения трактора или скорость при отсутствии усилия на крюке.

Для определения скоростей движения v_T и v в полевых условиях обычно используют индукционные датчики, устанавливаемые на колесах трактора и путеизмерительном колесе.

Потери мощности двигателя трактора на буксование равны

$$N_\delta = (F_T + G_T f) \frac{v \delta}{1 - \delta}, \quad (5)$$

Эффективная мощность N_e может быть определена с помощью скоростной характеристики двигателя трактора. При этом обороты коленчатого вала двигателя трактора измеряются обычно тахогенератором.

Для определения мощности N_α используют тензометрические звенья, устанавливаемые непосредственно на валах активных рабочих органов почвообрабатывающей машины и позволяющие измерять крутящие моменты. Частота вращения активных рабочих органов измеряется с использованием индукционных датчиков.

Тогда, уравнение (1) можно представить в виде:

$$N_e = \frac{N_T + N_f + N_\delta}{\eta_{тр}} + \frac{N_\alpha}{\eta_{тр \alpha}}, \quad (6)$$

где $\eta_{\text{тр}}$ – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии привода колес трактора; $\eta_{\text{тр}\alpha}$ – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии привода активных рабочих органов.

Установив вышеперечисленные составляющие баланса мощности двигателя трактора можно перейти к определению недостающих величин $\eta_{\text{тр}}, f, \eta_{\text{тр}\alpha}$.

Введем следующие обозначения в формулу (6):

$$a = \frac{1}{\eta_{\text{тр}}}; \quad b = \frac{G_{\text{т}} f}{\eta_{\text{тр}}}; \quad c = \frac{1}{\eta_{\text{тр}\alpha}}.$$

Тогда выражение (6) примет вид

$$a \frac{Pv}{1-\delta} + b \frac{v}{1-\delta} + c N_{\alpha} = N_{\text{е}}. \quad (7)$$

Представим уравнение (7) в виде линейных уравнений, образующих систему

$$\begin{aligned} a \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i^2}{(1-\delta_i)^2} + b \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i^2}{(1-\delta_i)^2} + c \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i}{(1-\delta_i)} N_{\alpha i} &= \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i}{(1-\delta_i)} N_{\text{е}i}; \\ a \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i^2}{(1-\delta_i)^2} + b \sum_{i=1}^n \frac{v_i^2}{(1-\delta_i)^2} + c \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{(1-\delta_i)} N_{\alpha i} &= \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{(1-\delta_i)} N_{\text{е}i}; \quad (8) \\ a \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i N_{\alpha i}}{(1-\delta_i)} + b \sum_{i=1}^n \frac{v_i N_{\alpha i}}{(1-\delta_i)} + c \sum_{i=1}^n N_{\alpha i}^2 &= \sum_{i=1}^n N_{\text{е}i} N_{\alpha i}. \end{aligned}$$

В результате подстановки в систему уравнений (8) текущих экспериментальных значений тягового сопротивления почвообрабатывающей машины P_i , скорости движения агрегата v_i , буксования движителей δ_i , мощности, идущей на выполнение полезной работы активными рабочими органами почвообрабатывающей машины $N_{\alpha i}$, эффективной мощности двигателя трактора $N_{\text{е}i}$ и последующего решения находятся неизвестные коэффициенты a, b, c .

Тогда КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии привода колес трактора будет равен:

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{1}{a}.$$

КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии привода активных рабочих органов почвообрабатывающей машины определится как

$$\eta_{\text{тр}\alpha} = \frac{1}{c}.$$

Коэффициент сопротивления качению трактора из формулы

$$f = \frac{\eta_{\text{тр}} b}{G_{\text{т}}}.$$

Таким образом, располагая энергетическими и эксплуатационными показателями, получаемыми при проведении экспериментальных исследований почвообрабатывающего агрегата можно определить составляющие баланса мощности двигателя трактора в конкретных условиях выполнения технологического процесса и использовать их при обосновании основных параметров и режимов работы рабочей машины.

Список использованной литературы

1. Мисуно, О. И. Снижение энергетических затрат на пахоту / О. И. Мисуно, С. А. Легенький, А. И. Оскирко // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». БГАТУ, 4 – 6 июня 2014 г. Минск, 2014.

2. Мисуно, О. И. Производительность плуга агрегируемого с МЭС на базе трактора «Беларус 2022» // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Белагро-2019» (Минск , 6-7 июня 2019 г.) / редкол.: Н. Н. Романюк и [др.]. – Минск, БГАТУ, 2019.

Summary. Using energy and operational indicators obtained during experimental studies of a tillage unit, it is possible to determine the components of the tractor engine power balance under specific conditions of the technological process and use them to justify the main parameters and operating modes of the working machine.

УДК 631.531.011.3:53

Городецкая Е.А., кандидат технических наук, доцент;
Хоровец И.Г., старший преподаватель

*Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. Для получения, хранения и реализации семян важны их качество, чистота и размерная выравненность, что редко достижимо на применяющемся оборудовании и эти операции постоянно совершенствуются. Обсуждена научная и практическая значимости исследований. Статья рассчитана на специалистов семеноводства, растениеводства, инже-