

УДК 631.17.002.5

СПОСІБ ТА ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ МОБІЛЬНОЇ МАШИНИ

Антощенко Р.В., канд. техн. наук, доц.
Антощенко В.М., канд. техн. наук, доц.
(Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. П.Василенка)

В роботі обґрунтовані спосіб та вимірювальна система для визначення енергетичних витрат мобільними машинами.

Вступ. Рух мобільних машин відбувається за рахунок витрати енергії на її пересування в робочому середовищі. Робота машини супроводжується втратою енергії. Це відбувається при її перетворенні з палива в механічну енергію, при передачі до робочих органів.

Аналіз основних публікацій, досліджень. Відомі способи, що дозволяють визначити енергетичний потенціал сільськогосподарського агрегату за моментом та швидкістю обертання колінчатого валу двигуна [1]. Контроль енергетичних параметрів може відбуватися за розрахунок встановлення датчика між двигуном та трансмісією [2]. Іншим напрямом визначення енергетичних витрат є визначення витрати палива мобільною машиною [3]. Питання визначення енергетичних витрат та витрати палива при випробуваннях сільськогосподарської техніки обґрунтовано в роботі [4].

Недоліком вище наведених способів є те, що з їх допомогою можливо визначити витрату енергії мобільною машиною, не враховуючи втрати енергії в вузлах машини та втрати енергії на створення рушійної сили для причіпних або навісних знарядь, причепів та відносного збільшення шляху.

Мета та постановка задачі. Метою даної роботи є обґрунтування способу та вимірювальної системи для визначення енергетичних витрат мобільної машини, що дозволить досліджувати витрати енергії в мобільних машинах.

Рішення завдання. Поставлене завдання вирішується за рахунок визначення енергетичних витрат мобільної машини, що базується на використанні залежності витрати потужності від параметрів функціонування мобільної машини безпосередньо в умовах експлуатації, з використанням датчиків моменту, витрати палива, швидкості обертання колінчатого валу двигуна, валів трансмісії, коліс, положення мобільної машини на місцевості, тягового зусилля, вимірювання витрати енергії двигуном, трансмісією, витрат енергії на аеродинамічний опір, витрат енергії на перекочування, сили тяги на гаку, буксування, відносного подовження шляху виконується одночасно.

Визначення енергетичних витрат мобільної машини відбувається в наступній послідовності.

Як відомо енергія, це потужність за одиницю часу:

$$E = N \cdot t, \text{Дж} \quad (1)$$

де N – потужність, Вт;

t – час, с.

Якщо визначати витрати енергії мобільної машини за одну секунду, тоді потужність, що витрачається, буде відображати витрату енергії:

$$N = \frac{E}{t}, \text{Вт} \quad (2)$$

Потужність, що споживає двигун, визначається по витраті палива:

$$N_n = Q_n \cdot Q_n, \text{Вт} \quad (3)$$

де Q_n – нижча теплотворна здатність палива, Дж/кг;

Q_n – витрата палива двигуном, кг/с;

Потужність на валу трансмісії:

$$N_{mp} = M \cdot \omega, \text{Вт} \quad (4)$$

де M – крутний момент на валу, Н·м;

ω – швидкість обертання валу, рад/с.

Потужність на колесі мобільної машини:

$$N_k = M_k \cdot \omega_k, \text{Вт} \quad (5)$$

де M_k – крутний момент на колесі, Н·м;

ω_k – швидкість обертання колеса, рад/с.

Буксування колеса мобільної машини:

$$\delta = 1 - \frac{v}{\omega_k \cdot r_k}, \quad (6)$$

де v – швидкість руху машини, м/с;

r_k – радіус колеса, м.

Потужність необхідна для руху машини:

$$N_p = (m \cdot a + f \cdot g \cdot m + f \cdot g \cdot \sin \alpha + k \cdot F \cdot v^2) \cdot v, \text{Вт} \quad (7)$$

де m – маса машини, кг;

a – прискорення, м/с²;

f – коефіцієнт опору кочення;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

α – кут нахилу опорної поверхні, °;

k – коефіцієнт лобового опору;

F – площа лобової поверхні машини.

Якщо до мобільної машини приєднуються причіпні машини, або причепа, необхідно визначити потужність на гаку:

$$N_g = P \cdot v, \text{Вт} \quad (8)$$

де P – тягове зусилля на гаку, Н;

При використанні валу відбору потужності, потужність на привід визначаємо за ф. 4.

Втрати потужності в двигуні:

$$N_{ДВЗ}^{em} = N_n - N_{mp} \cdot \text{Вт} \quad (9)$$

Втрати потужності в трансмісії:

$$N_{mp}^{em} = N_{mp} - \sum_{i=0}^n N_{ki}, \text{Вт} \quad (10)$$

де N_{ki} – потужність на i -му рушії мобільної машини, Вт;

n – кількість активних рушіїв;

Втрати потужності на буксування:

$$N_{\delta}^{em} = N_k \cdot \delta, \text{Вт} \quad (11)$$

В дійсності траєкторія руху мобільних машин є синусоїда. При розрахунках та моделюванні найчастіше використовують пряму лінію, тому виникає відносно подовження шляху на яке витрачається додаткова енергія. Втрати енергії на подовження шляху:

$$N_{ш}^{em} = N_p \cdot \frac{l}{l_0}, \text{Вт} \quad (7)$$

де l – дійсний шлях пройдений машиною, м;

l_0 – найкоротший шлях, що може проїхати машина, м;

Запропонований спосіб визначення енергетичних витрат мобільної машини дозволяє оцінити витрати енергії елементами мобільної машини, такими як двигун, трансмісія, рушійми на буксування та витрати енергії на створення рушійної сили мобільною машиною, на привід активних машин за допомогою валу відбору потужності і енергії що передається через гак.

Для визначення витрат енергії при роботі мобільних машин використовується наступна вимірювальна система [5].

Основним елементом даної системи є комп'ютер (ноутбук) або обчислювальний модуль. В даному вузлі відбувається обробка та збереження даних з датчиків та вимірювальних пристроїв. В якості накопичувача інформації використовується жорсткий диск або флеш пам'ять. Уразі обладнання пристрою автономним обчислювальним модулем до нього додається дисплей та пульт керування за допомогою яких відбувається керування системою. Схема пристрою для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин наведена на рис. 1.

Кількість та типи датчиків, якими обладнується машина при випробуваннях залежить від її виду і параметрів, що необхідно визначити.

Пристрій для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників може обладнуватись інерційними вимірювальними пристроями 6, що складаються з гіроскопів та датчиків прискорень, кількість яких залежить від кількості елементів мобільної машини або агрегату. Система може обробляти дані з восьми інерційних вимірювальних пристроїв (ІВП).

Отримання навігаційної інформації, траєкторії руху, швидкості та висоти над рівнем моря відбувається за допомогою навігаційного пристрою 3. Для визначення кутів повороту коліс, або злomu рам трактору або агрегату застосовують датчики куту повороту 7.

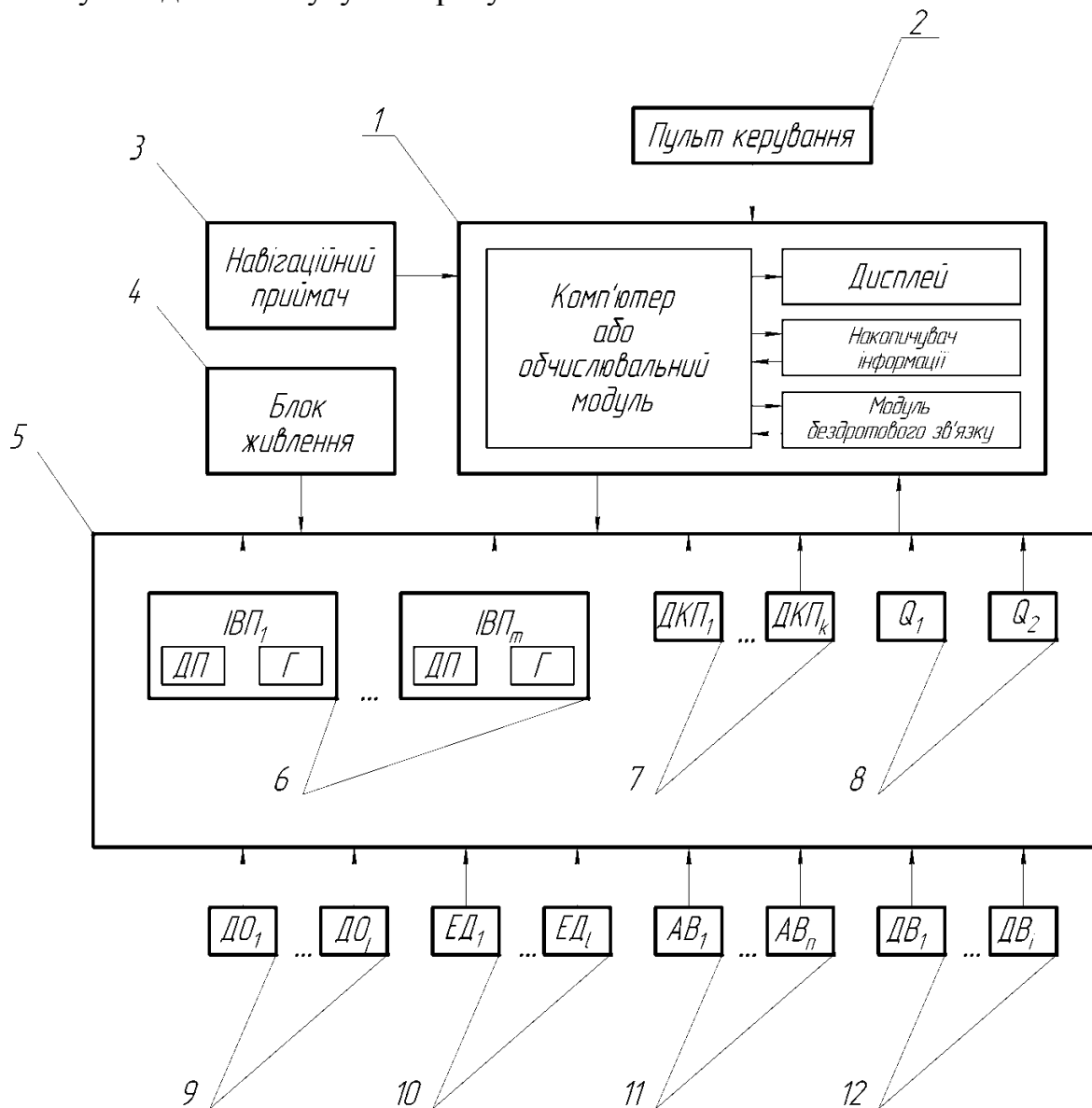


Рисунок 1 – Схема пристрою для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин: 1 – обчислювальний модуль; 2 – пульт керування; 3 – навігаційний пристрій; 4 – блок живлення; 5 – шина даних CAN; 6 – інерційний вимірювальний пристрій; 7 - датчик куту повороту; 8 – витратомір палива; 9 – датчик обертів; 10 – електронний динамометр; 11 – аналогові входи; 12 – дискретні входи

Датчики витрати палива 8 встановлюються в паливо проводи мобільної машини в прямому та зворотному напрямку подачі палива, тобто система враховує паливо, що зливається в бак. Швидкість обертання коліс, валів трансмісії, двигуна внутрішнього згорання та ВВП визначається датчиками швидкості обертання 9. Між елементами мобільної машини автомобілем та причепом або в МТА між трактором та сільськогосподарськими машинами встановлюються динамометри 10. Пристрій додатково обладнується аналоговими 11 та дискретними входами 12. Комунікація між датчиками, ІВП та обчислювальним модулем відбувається по шині CAN 5. Дана шина має декілька ступенів захисту у тому числі від обриву сигнальних проводів [6]. Інерціальний вимірювальний пристрій 6 розташовується в довільному місці мобільної машини за умови, що поздовжньо-вертикальна та поздовжньо-горизонтальні площини машини та ІВП паралельні. На одну раму встановлюється один ІВП. Антена навігаційного приймача 3 на магніті закріплюється на криші мобільної машини.

Дисплей 10 відображає текучі параметри функціонування МТА та стан системи контролю. Він розташовується в кабіні трактора. За допомогою пульта керування 2 здійснюється керування системою контролю за функціонуванням машинно-тракторного агрегату, який також розташований в кабіні трактора.

Висновки

1. Спосіб визначення енергетичних витрат мобільної машини дозволяє оцінити витрати енергії елементами мобільної машини, такими як двигун, трансмісія, рушіями на буксування та витрати енергії на створення рушійної сили мобільною машиною, на привід активних машин за допомогою валу відбору потужності і енергії що передається через гак.

2. Запропонована система контролю за функціонуванням машинно-тракторного агрегату дозволяє дослідити в динаміці роботу мобільних машина та багато елементних агрегатів. Підвищити точність та кількість параметрів, що вимірюються одночасно.

3. Система за рахунок визначення одночасно багатьох параметрів дозволяє порівнювати функціонування мобільних машин, знаходити граничні режими роботи та втрати і витрату енергії.

Список літератури

1. *Левцев, А.П.* Алгоритм расчёта энергетического потенциала СХА [Текст] / А.П. Левцев, А.Г. Ванин, С.А. Мальцев, К.А. Миндров // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 4. – С. 28 – 31.

2. *Вантюсов, Ю. А.* Контроль энергетических параметров мобильных энергосредств [Текст] / Ю.А. Вантюсов, А.В. Макевнин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 10. – С. 16 – 18.

3. Романов, Ф.Ф. Использование параметров расхода топлива для контроля функционирования МТА [Текст] / Ф.Ф. Романов, А.В. Палицын // Техника в сельском хозяйстве. – 2005. – № 5. – С. 30 – 32.

4. Кардашевский, С.В. Испытания сельскохозяйственной техники [Текст] / С.В. Кардашевский, Л.В. Погорелый, Г.М. Фудиман, П.И. Лобко, В.В. Брей – М.: Машиностроение, 1979. – 288 с.

5. Антощенко, Р.В. Мобільний вимірювальний комплекс для збору та обробки даних функціонування мобільних енергетичних засобів [Текст] / Р.В.Антощенко, В.М. Антощенко, М.А. Голубничий, Д.І. Шаповалов // Технічний сервіс машин для рослинництва: Вісник ХНТУСГ. – Х.: ХНТУСГ, 2013. – Вип. 134. – С. 52 – 57.

6. Дугин, Г.С. BOSCH. Автомобильный справочник: пер. с англ. / Г.С.Дугин, Е.И. Комаров – М.: «ЗАО КЖИ За рулем». – 2004. – 992 с.

Аннотация

СПОСОБ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РАСХОДОВ МОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Антощенко Р. В., Антощенко В. М.

В работе обоснованы способ и измерительная система для определения расхода энергии мобильными машинами.

Abstract

A METHOD AND MEASURING SYSTEM ARE FOR DETERMINATION OF POWER CHARGES OF MOBILE MACHINE

R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkov

A method and measuring system are in-process reasonable for determination of power charges of mobile machine are presented in this article.