

УДК 631.3.06

АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИНАМІКИ БУКСУВАННЯ РУШІВ ГУСЕНИЧНИХ ТА КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ

Антощенко Р.В., к.т.н.,

Антощенко В.М., к.т.н.,

Кашин Д.В., асп.*

Харківський національний технічний університет

сільського господарства ім. П.Василенка

Тел.(057) 732-97-95

Анотація – в роботі проаналізований процес буксування рушії мобільних енергетичних засобів. Дослідження процесу відбувалось за допомогою використання вимірювальної системи динаміки та енергетики мобільних машин. Досліджувалось буксування рушіїв тракторів ХТЗ-17224, ХТЗ-200 та ХТЗ-280Т зі змінними ходовими системами. Встановлені закономірності процесу буксування та вплив на нього типу рушіїв трактора.

Ключові слова – буксування, рушій, трактор, швидкість.

Постановка проблеми. Численними дослідженнями встановлено вплив буксування коліс трактора на експлуатаційно-технологічні показники роботи машинно-тракторного агрегату (МТА), що полягає в зниженні продуктивності і прохідності, підвищенні питомої витрати палива, зносу шин; негативному впливу на фізико-механічні властивості ґрунту (відхилення від оптимальних характеристик ґрунтів, таких як твердість, пористість, структура, щільність) [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. До основних причин, що викликають буксування коліс, відносять тягове навантаження та його коливання [3].

За кількома критеріями: тягово-зчіпним якість, енергетичним витратам на буксування та якісними показниками ґрунту, визначається максимально допустима величина буксування. Його допустимі значення по зазначеним критеріям різні, тому визначення величини буксування трактора є досить складним завданням, що не має однозначного вирішення і вимагає вивчення взаємодії рушіїв з ґрунтом.

© Антощенко Р.В., Антощенко В.М., Кашин Д.В.

* Науковий консультант – д.т.н., проф. Лебедев А.Т.

* Науковий керівник – к.т.н., доц. Антощенко Р.В.

Буксування коліс мобільної машини можна визначити за рахунок визначення швидкості обертання коліс та поступової швидкості [4]. Інший спосіб полягає в визначенні швидкості обертання валів трансмісії. Поступова швидкість може визначатись за допомогою п'ятого колеса або по даним навігаційного приймача (RTK-DGPS) [5].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної роботи є дослідження динаміки процесу буксування рушії мобільних енергетичних засобів.

Основна частина. Системи вимірів, які існують, не в змозі виміряти велику кількість параметрів руху МТА в динаміці при виконанні технологічних процесів у сільському господарстві. З використанням результатів попередніх досліджень на кафедрі «Трактори і автомобілі» ХНТУСГ ім. П. Василенка створена вимірювальна система для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин [5].

Дана система, яка включає комп'ютер та аналогово-цифровий перетворювач, що складається з обчислювального модуля та накопичувача інформації, обладнується датчиками прискорень елементів машинно-тракторного агрегату, гіроскопами, електронним динамометром, датчиками обертів колінчастого валу, валів трансмісії, коліс, витрати палива, навігаційним пристроєм, індикатором, пультом керування, модулем бездротового зв'язку та перетворювача напруги з'єднаними з входами обчислювального модулю, який має додаткові аналогові та дискретні входи. 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 обладнуватися інерційними вимірювальними пристроями, 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. Датчики витрати палива встановлюються в паливопроводи мобільної машини з прямого та зворотного напрямів подачі палива, тобто система враховує паливо, що зливається в бак. Швидкість обертання коліс, валів трансмісії, двигуна внутрішнього згорання та ВВП визначається датчиками швидкості обертання. Комунікація між датчиками, ІВП та обчислювальним модулем відбувається по шині CAN. Дана шина має декілька ступенів захисту, в тому числі від обриву сигнальних проводів.

Для визначення буксування коліс мобільної машини пропонується спосіб визначення швидкості обертання колеса за допомогою гіро-

скопу та поступової швидкості за рахунок GPS приймача. Схема встановлення датчика швидкості обертання колеса мобільної машини та його принцип дії наведені на рис. 1.

В центр колеса 1 мобільної машини встановлюється датчик швидкості обертання 2, що складається з акселерометру та гіроскопу. Датчик та колесо з'єднані жорстко. Центри гіроскопу та акселерометру повинні співпадати з центром колеса мобільної машини. Вісь та площина обертання гіроскопу паралельні колесу, відповідно, вісь акселерометра паралельна повздовжньої площини колеса. При русі мобільної машини її поступова швидкість буде дорівнювати v , відповідно, колесо мобільної машини, враховуючи буксування, буде мати кутову швидкість обертання ω_k . Кутова швидкість, що вимірюється гіроскопом, буде дорівнювати кутовій швидкості обертання колеса $\omega_z = \omega_k$. При обертанні колеса сигнал акселерометра a_z буде змінюватися по синусоїдальному закону, а частота даного сигналу буде дорівнювати швидкості обертання колеса. Кут нахилу колеса до горизонту змінює амплітуду сигналу з акселерометру, але частота сигналу завжди дорівнює швидкості обертання. Величина буксування δ

$$\delta = \frac{2 \cdot \pi \cdot \omega \cdot r_d - v_d}{v_d} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де ω – дійсна швидкість обертання колеса, що визначається запропонованим датчиком;

r_d – радіус колеса, що визначається за ГОСТ 25641.1-94;

v_d – дійсна швидкість руху, визначена за допомогою GPS приймача.

Варіанти розташування датчиків швидкості обертання рушіїв наведені на рис. 1, б,в,г відповідно для колісного трактора ХТЗ-17724, гусеничного ХТЗ-200 та трактора зі змінними ходовими системами (резино-металева гусениця) ХТЗ-280Т.



Рис. 1. Схема встановлення датчика швидкості обертання колеса (а) та датчика, встановленого на колесо трактора: ХТЗ-17224 (б), ХТЗ-200 (в), ХТЗ-280Т (г)

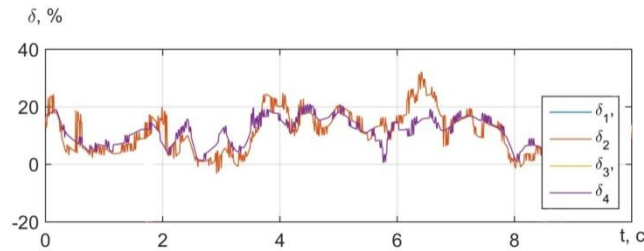


Рис. 2. Буксування коліс δ машинно-тракторного агрегату в складі трактора ХТЗ-17224 і плуга ПЛН-5-35

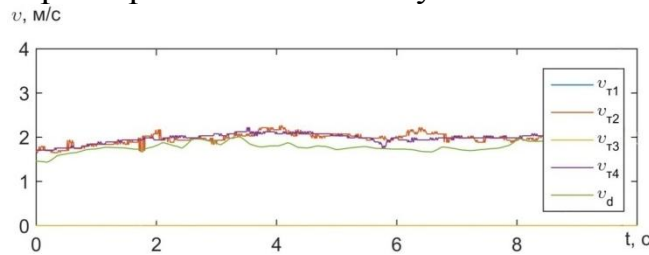


Рис. 3. Теоретичні швидкості рушіїв v_{π} та дійсна швидкість v_d машинно-тракторного агрегату в складі трактора ХТЗ-17224 і плуга ПЛН-5-35

Згідно до аналізу результатів експериментальних досліджень, середнє значення буксування коліс δ склало 15%, а максимальнє досягло 30% (рис. 2). Фізично процес буксування полягає у підвищенні швидкості обертання коліс (рис. 3).

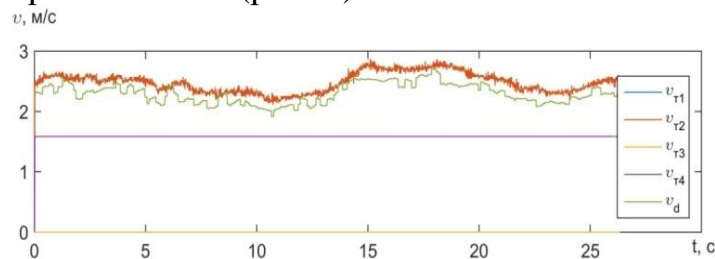


Рис. 4. Теоретичні швидкості рушіїв v_{π} та дійсна швидкість v_d машинно-тракторного агрегату в складі трактора ХТЗ-200 і чизельного плуга

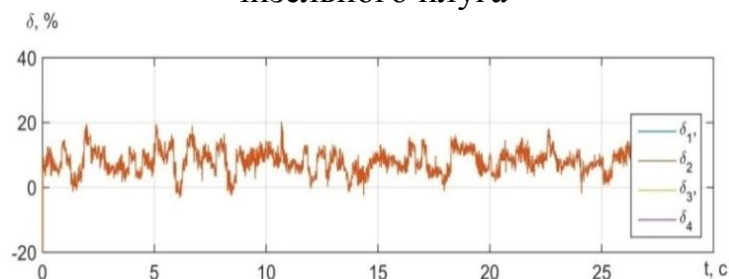


Рис. 5. Буксування δ машинно-тракторного агрегату в складі трактора ХТЗ-200 і чизельного плуга

Сутність процесу буксування рушіїв гусеничного трактору ХТЗ-200 полягає в зниженні поступової швидкості руху трактора (рис. 4) при постійній швидкості обертання ведучих зірочок. Макси-

мальне значення буксування для даного трактору склало 20% (рис. 5).

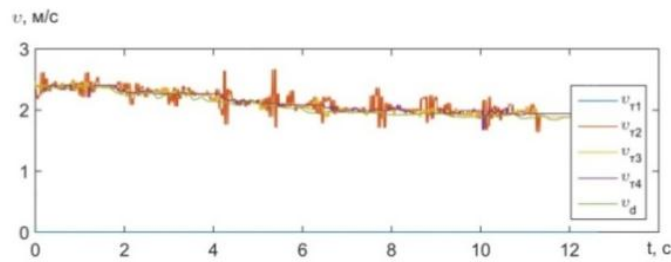


Рис. 6. Теоретичні швидкості рушіїв v_{ti} та дійсна швидкість v_d трактора ХТЗ-280Т під час тягових досліджень

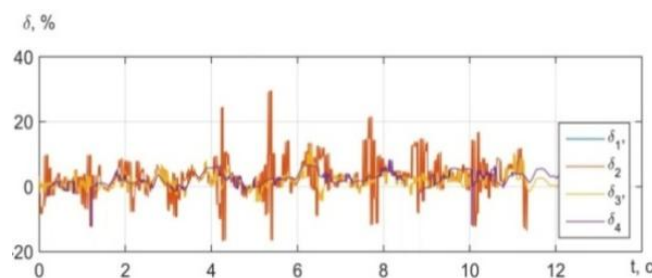


Рис. 7. Буксування δ трактора ХТЗ-280Т під час тягових досліджень

Проаналізувавши результати експериментальних досліджень трактору ХТЗ-280Т, ми побачили, що буксування проявляється в зміні швидкості обертання ведучої зірочки, що залишається постійною, але знижувалась поступова швидкість руху (рис. 6). При значній величині тягового зусилля відбувається зрив ґрунтозачепів гусениці, що призводить до короткочасного підвищення швидкості обертання ведучих зірочок.

Висновки. Для трьох типів рушіїв за допомогою вимірювальної системи динамічних та тягового енергетичних параметрів мобільних машин визначені динамічні процеси буксування.

Буксування коліс трактора ХТЗ-17224 полягає в підвищенні їх швидкості обертання. У гусеничного трактора ХТЗ-200 спостерігається зниження поступової швидкості, а у чотирьохгусеничного трактора ХТЗ-280Т зі зниженням поступової швидкості відбувається зрив ґрунтозачепів гусениці.

Література:

1. Гинзбург, Ю.В. Тяговые характеристики гусеничных и колесных промышленных тракторов [Текст] / Ю.В. Гинзбург, А.П. Парфенов, А.И. Швед. – М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1981. – 75 с.

2. Трепененков, И.И. Эксплуатационные показатели сельскохозяйственных тракторов [Текст] / И.И. Трепененков. – М.: Машгиз, 1963. – 271 с.

3. Мочунова, Н.А. К вопросу определения буксования ведущих колес трактора [Текст] / А.К. Тургиев, М.А. Каранетян, Н.А. Мочунова // Естественные и технические науки. – 2010. – № 5. – С. 570–572.

4. Малорацкий, Л.Г. Радиолокационные измерения параметров движения машинно-тракторного агрегата [Текст] / Л.Г. Малорацкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1986. – № 11. – С. 18-20.

5. Антощенко, Р.В. Вимірювальна система динамічних та енергетичних показників орного агрегату [Текст] / Р.В. Антощенко, В.М. Антощенко, Д.В. Кашин // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Х.: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 156. – С. 320-326.

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ БУКСОВАНИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

Антощенко Р.В., Антощенко В.Н., Кашин Д.В.

Аннотация – в работе проанализирован процесс буксования движителей мобильных энергетических средств. Исследование процесса происходило посредством использования измерительной системы динамики и энергетики мобильных машин. Исследовалось буксование движителей тракторов ХТЗ-17224, ХТЗ-200 и ХТЗ-280Т со сменными ходовыми системами. Установлены закономерности процесса буксования и влияние на него типа движителей трактора.

ANALYSIS OF THE EXPERIMENTAL STUDY OF DYNAMICS OF THE SLIPPING OF PROPELLERS OF TRACKED AND WHEELED TRACTORS

R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkov, D. Karshin

Summary

This paper analyzes the process of slipping of mobile power propulsion means. This process is studied by means of using the measuring system for dynamics and power of mobile machines. The slipping of propellers of tractors KhTZ-17224, KhTZ-200 and KhTZ-280T with removable propulsion systems is researched. Regularities of the process of slipping and influence of the tractor propeller type on it are found.