

МЕХАТРОННА ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА

Кісь О.В., студ.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Антощенко Р.В., д.т.н., доц.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

В роботі наведено аналіз існуючих вимірювальних систем та пристроїв, що використовуються при дослідженні сільськогосподарської техніки, автомобілів. Запропоновано конструкцію вимірювальної системи для дослідження функціонування мобільних машин та проведення досліджень на лабораторних стендах. Приведено результати експериментальних досліджень динаміки автомобіля.

Постановка проблеми. Для підвищення точності і достовірності вимірювань, проведених у різних цілях, використовують спеціальні технічні засоби. Сучасний ринок вимірювального обладнання насичений як засобами вимірювання окремих параметрів (температура, вологість, загазованість повітря, відстань і ін.), так і вимірювальними приладами, які об'єднують в собі можливість визначення декількох параметрів. В умовах значного розширення напрямків наукових досліджень нерідко виникає необхідність створення вимірювального обладнання для вирішення конкретного завдання (наприклад, визначення не настільки поширених параметрів, вимір параметра відповідно до якоїсь певної методикою, отримання математично пов'язаних з визначальним параметром характеристик та ін.).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вітчизняній і зарубіжній практиці розробки вимірювальної техніки спостерігається тенденція створення нових метрологічних засобів – вимірювальних інформаційних систем, які суміщають операції отримання вимірювальної інформації і математичної обробки її безпосередньо в процесі експерименту за допомогою спеціалізованих обчислювальних пристроїв [1]. Такі системи розробляються, як правило, на основі мікропроцесорних модулів, що випускаються різними вітчизняними та зарубіжними компаніями.

Дослідження динаміки функціонування машинно-тракторних агрегатів потребують визначення параметрів стану машини як у цілому, так і окремих її елементів у тому числі енергетичних показників. Для експериментальних досліджень науковцями розроблялись вимірювальні пристрої та системи [2]. Деякі з них є універсальними [3], інші спеціалізованими [4]. Використовуються системи, які зчитують параметри функціонування з діагностичних інтерфейсів [5] та віртуальні системи [6].

Метою статті є аналіз вимірювальних засобів та систем для проведення

експериментальних досліджень і випробувань з оцінкою динаміки та енергетики мобільних машин.

Основна частина. Вимірювально-інформаційні технології та системи реалізують наступні специфічні процедури:

– отримання вихідної вимірювальної інформації в результаті взаємодії первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків) з об'єктом вимірювань;

– перетворення вимірювальної інформації із заданою та гарантованою точністю;

– порівняння сигналів вимірювальної інформації з розмірами загальноприйнятих одиниць виміру, оцінка і подання характеристик залишкової невизначеності значень вимірюваних величин.

Сучасні об'єкти дослідження характеризуються великою кількістю параметрів, що змінюються часом з великою швидкістю. Іноді, щоб отримати інформацію про параметри об'єкта, необхідно проводити комплексні вимірювання, а значення вимірюваної величини отримувати розрахунковим шляхом на основі відомих функціональних залежностей між цією величиною і величинами, що піддаються вимірам.

В метрології технічним інформаційним засобам наведено наступне визначення: вимірювальна система (ВС) – різновид інформаційно-вимірювальної системи у вигляді сукупності вимірювальних каналів, вимірювальних пристроїв та інших технічних засобів, об'єднаних для створення сигналів вимірювальної інформації про декілька вимірюваних фізичних величин [7]. Перераховані елементи вимірювальної системи об'єднані загальним алгоритмом функціонування для отримання даних про величини, що характеризують стан об'єкта дослідження.

Інформаційні системи можуть бути складовими розвиненіших структур вимірювальних інформаційних систем і систем управління, на які покладаються функції контролю, діагностики, розпізнавання образів, автоматичного керування науковими експериментами, випробуваннями складних об'єктів і технологічними процесами [8].

Залежно від призначення вимірювальні системи поділяють на вимірювально-інформаційні, вимірювально-контролюючі, вимірювально-керуючі та ін.

На практиці майже повсюдно застосовується термін «Вимірювально-інформаційна система», яка, на думку деяких видатних метрологів, невірно відображає поняття про вимірювально-інформаційні системи.

Вимірювально-інформаційна система (ВІС) – інформаційна система, що складається з інформаційних засобів, включаючи засоби вимірювань, і допоміжних технічних засобів, в яких вимірювальна інформація перетворюється в інші види інформації [9].

Розглянемо особливості деяких з основних видів оцінок сільськогосподарської техніки та вимірювальних систем, що застосовуються при їх проведенні.

Особливості вимірювально-інформаційних систем:

Багатофункціональність – забезпечення одночасного вимірювання ряду

фізичних величин; побудова узагальнених оцінок на основі вимірів великого числа параметрів; обчислення комплексних параметрів.

Наявність в складі системи ЕОМ – рішення задач, пов'язаних з оцінкою якості алгоритмів обробки обчислень.

Багатоканальність – оцінка, зменшення або виключення впливу каналів один на одного.

Нерозривний зв'язок багатьох ВС з об'єктом, на якому вони експлуатуються, неможливість зняття систем з об'єктів, не порушуючи цілісності – рішення проблем проведення метрологічного обслуговування в умовах неможливості прив'язки використовуваних засобів вимірювань до ідеалу шляхом переміщення засобів вимірювання до місця дислокації еталона. Неможливість комплексної перевірки вимірювального каналу за умовами установки датчиків на об'єкті.

Складність опису об'єктів і їх моделювання – складність обліку впливу об'єктів на точність вимірювання в умовах дефіциту вихідної (апріорної) інформації.

Агрегатний спосіб побудови – можливість дослідження ВС як закінченого цілого тільки на об'єкті дослідження.

Розподіленість компонентів і складових частин ВС в просторі – урахування впливу на точність вимірювань різних умов експлуатації компонентів ВС.

Можливість зміни складу ВС в процесі експлуатації – складність регламентації вимог до систем на момент випуску.

Наявність динамічних режимів вимірювання – необхідність дослідження динамічних властивостей системи і узгодження їх з об'єктом.

Одним з видів оцінок, проведених при випробуваннях сільськогосподарської техніки, є експлуатаційно-технологічна оцінка – оцінка експлуатаційних якостей (властивостей) сільськогосподарської техніки, що характеризують здатність виконувати технологічний процес в межах агротехнічного терміну з оптимальною продуктивністю, при дотриманні зональної технології та якості виконання технологічної операції [10].

При цих варіантах ведення хронометражу присутній людський фактор, який впливає на точність вимірювань, що, в свою чергу, позначається і на результатах кінцевих розрахунків.

Метод проведення експлуатаційно-технологічної оцінки регламентується ДСТУ 8424:2015. Сільськогосподарська техніка. Машини спеціалізовані й універсальні та машинні комплекси. Методи експлуатаційно-технологічного оцінювання на етапі випробувань. В сучасних умовах науково-технічний прогрес диктує необхідність в додаток до цього методу розробити методику автоматизованого збору інформації в ході експлуатаційно-технологічної оцінки, віддаленого моніторингу робочої зміни, автоматизованого обчислення всіх необхідних показників з використанням сучасних технічних засобів і розробленого програмного забезпечення.

З появою персональних комп'ютерів і широкого поширення мікропроцесорної техніки прийшов час компактних вимірювальних систем.

Вченими КубНИИТиМ були розроблені портативні засоби для вимірювання окремих показників: простий електронний реєстратор елементів часу ИП-261 (рис. 1) і реєстратор для визначення витрат палива та пройденого шляху ИП-254 (рис. 1), витратоміри палива в різних модифікаціях з відповідним програмним забезпеченням [10].



Рис. 1. – Портативний хронометражист ИП-261



Рис. 2. – Вимірювально-інформаційна система ИП-254

ИП-261 дозволяє проводити багаторежимне вимірювання часових інтервалів за реалізацією наступних сервісних, керуючих і розрахункових функцій. Подальшим розвитком ИП-261 стала вимірювально-інформаційна система ИП-254, яка призначена для реєстрації експлуатаційних показників тягово-привідних і самохідних агрегатів, вимірювання витрати палива, пройденого шляху, елементів часу зміни (кодів операцій, час їх початку і завершення) та для розрахунків параметрів експлуатаційно-технологічної оцінки при проведенні випробувань сільськогосподарської техніки. ВС може працювати з об'ємними лічильниками палива ИП-179, ИП-204, ИП-260 або іншими витратомірами, а також з вимірювальними перетворювачами визначення пройденого шляху, частоти обертання ведучих коліс і положення знаряддя [10].

Розроблено вимірювальну систему динаміки та енергетики мобільних машин (ВСДЕММ) (рис. 3), що відноситься до технічних засобів діагностування та експлуатаційного контролю і може бути використана в сільському господарстві та машинобудівній промисловості. Вимірювальна система призначена для визначення кінематичних, динамічних, потужнісних та енергетичних характеристик мобільних машин та їх елементів при дорожніх, польових і стендових випробуваннях [11].

Під час проведення досліджень динаміки мобільних машин у складі вимірювальної системи можуть використовуватися такі датчики:

– інерційно-вимірювальний пристрій (ІВП), який складається з мікроконтролера, акселерометра та гіроскопа і призначений для визначення вібрації, дійсної траєкторії руху, прискорень та кутових швидкостей елемента мобільної машини в трьох площинах;

– навігаційний приймач GPS, антена якого розташовується у верхній точці мобільної машини (наприклад, на даху машини), що визначає географічне місцезнаходження машини, дійсну швидкість руху, курсовий кут, висоту над рівнем моря, дату та час проведення експериментального дослідження;



Рис. 3. Загальний вигляд обчислювального модуля ВСДЕММ

- датчик динаміки колеса, що визначає орієнтацію в просторі, прискорення та швидкості обертання колеса;
- датчик тягового зусилля, який розташовується між енергетичним засобом (трактором) та причіпною машиною і визначає тягове зусилля, що створюється останньою;
- датчик швидкості обертання валів;
- датчики витрати палива, що включаються в систему живлення двигуна.

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

Проведено експериментальні дослідження рух легкового автомобіля по загородній трасі. Результати досліджень наведено на рис. 4–8.

При експериментальних дослідженнях отримано залежності прискорень та кутових швидкостей датчиків ІВП-1 (рис. 4) та ІВП-2 (рис. 5) від часу. Датчики розташовувались над передньою та задньою осями автомобіля. Визначено, за допомогою приймача GPS, траєкторію руху автомобіля (рис. 6), швидкість руху (рис. 7) та положення його по висоті (рис. 8) в залежності від часу.

Розроблена вимірювальна система дозволяє підвищити якість досліджень сільськогосподарських машин та агрегатів [12, 13]. Отримані результати експериментальних досліджень (рис. 4–8) дозволяють ефективно дослідити динамічні та енергетичні показники автомобіля.

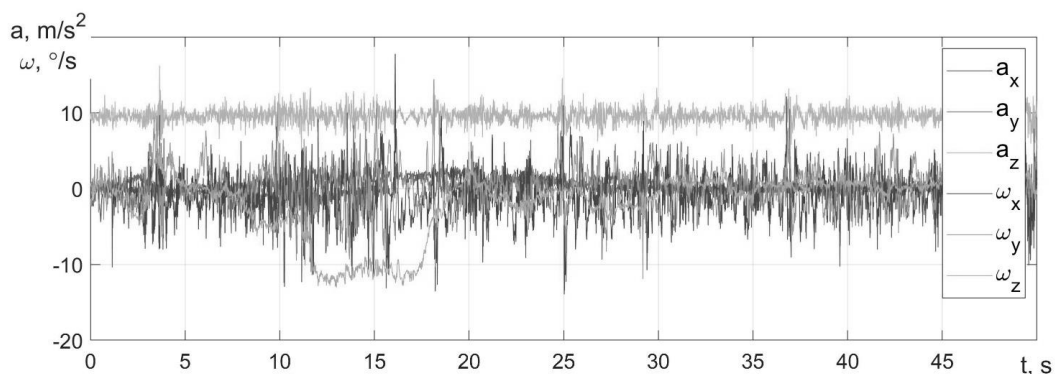


Рис. 4. Залежності прискорень та кутових швидкостей датчика ІВП-1 від часу

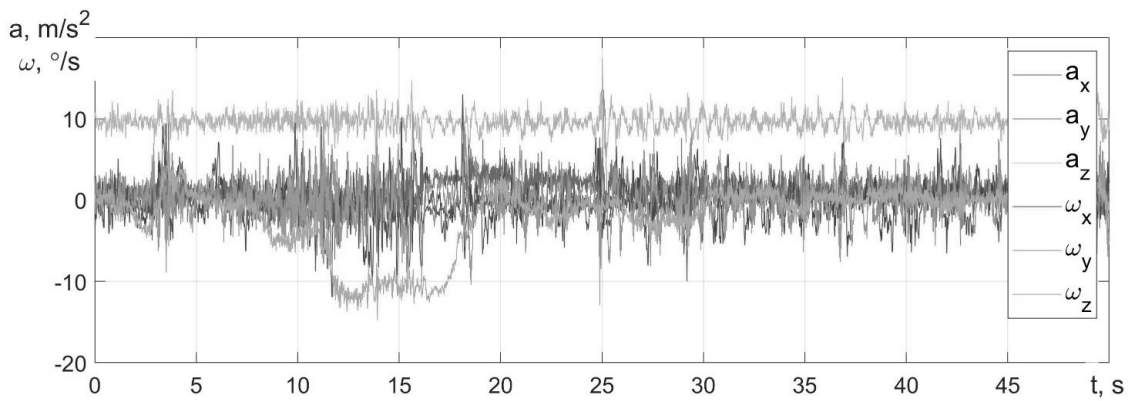


Рис. 5. Залежності прискорень та кутових швидкостей датчика ІВП-2 від часу

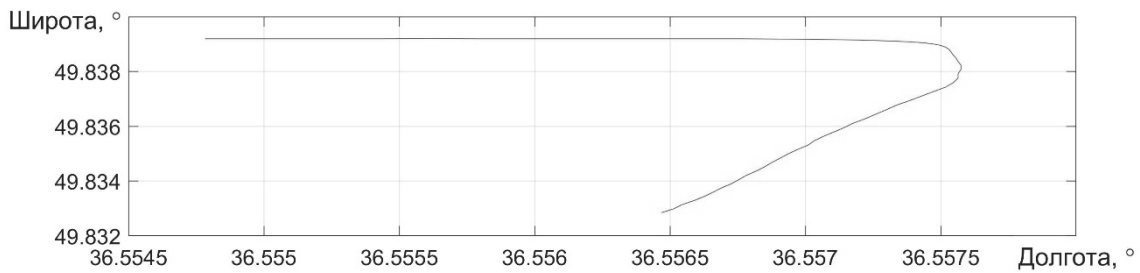


Рис. 6. Траєкторія руху автомобіля

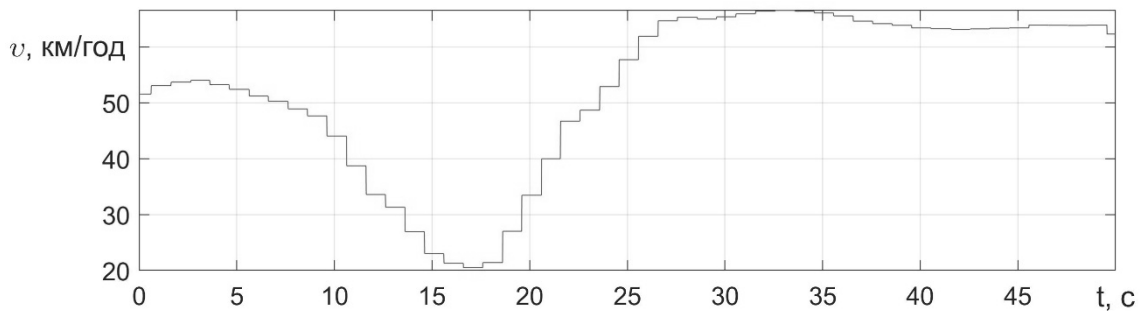


Рис. 7. Залежність швидкості руху автомобіля від часу

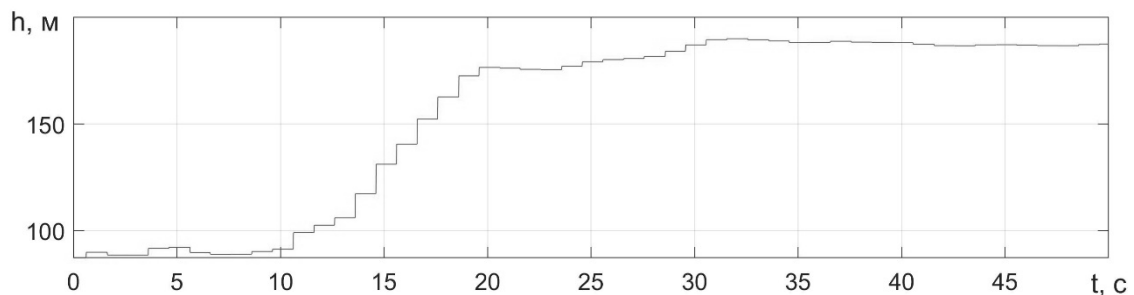


Рис. 8. Залежність положення автомобіля по висоті від часу

Висновки.

1. Розроблено вимірювальну систему динаміки та енергетики мобільних машин, що відноситься до технічних засобів діагностування та експлуатаційного контролю і може бути використана в сільському господарстві та машинобудівній промисловості. Вимірювальна система призначена для

визначення кінематичних, динамічних, потужнісних та енергетичних характеристик мобільних машин та їх елементів при дорожніх, польових і стендових випробуваннях.

2. Вимірювальна система дозволяє підвищити якість досліджень сільськогосподарських машин та агрегатів, а отримані результати експериментальних досліджень автомобіля дозволяють ефективніше дослідити його динамічні та енергетичні показники.

Список використаних джерел

1. Фролова И.В. Новые приборы и программные средства для эксплуатационно-технологической оценки сельхозмашин / И. В. Фролова, Н. В. Трубицын, И. В. Пронин // Техника и оборудование для села. 2001. – №3. – С. 23–24.
2. Lackas G. M. Portable data acquisition system for measuring energy requirements of soil-engaging implements / Lackas G. M., Grisso R. D., Yasin M., Bashford L. L. Bashford. Computers and Electronics in Agriculture. Biological Systems Engineering Department. Lincoln: University of Nebraska. 2011. № 5. PP. 285–296.
3. Дренкоу Г. LXI – Новое поколение измерительных систем. Электроника НТБ – научно-технический журнал. Контроль и измерения. 2006. Вып. № 6/2006. С. 13–16.
4. Кувачов В. П. Удосконалення методики реєстрації вертикальних коливань мобільних енергетичних засобів / Кувачов В. П., Аюбов А. М., Котов О. Г. // Праці Тав-рійської ДАТА. Мелітополь: ТДАТА, 2007. Вип. 7. т. 1. С. 139–145.
5. Theoretical verification of vehicle subsystems applied with CAN bus and principle of engine ECU monitoring / Petrović V., Janković S., Grozdanić B., Bracanović Z., Borak D. Mechanical Engineering. 2013. Vol. 11. № 1. P. 85–102.
6. Виртуальные средства измерений и их метрологическое обеспечение / Пронин А. Н., Сапожникова К. В., Тайманов Р. Е., Звягин Н. Д. Труды 3-й Российской конф. с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (УКИ-12). 16-19 апреля, 2012 г. М.: ИПУ РАН, 2012. С. 631–633.
7. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. – Чинний від 1995-01-01 // Кат. нормат. док. – К.: Держстандарт України, 2001.
8. Рубичев Н. А. Измерительные информационные системы / Н. А. Рубичев – М.: Дрофа, 2010. – 334 с.
9. Ранеев Г. Г. Измерительные информационные системы / Г. Г. Ранеев – М.: Приборостроение, 2010. – 336 с.
10. Федоренко В. Ф. Современные информационные технологии при испытаниях сельскохозяйственной техники: науч. аналит. обзор / В. Ф. Федоренко, Н. В. Трубицын. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 140 с.

11. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
12. Антощенко Р. В. Результати експериментальних досліджень комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегату [Текст] / Р. В. Антощенко, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Х.: ХНТУСГ, 2017. – Вип. 180. – С. 213-218.
13. Харченко С. О. Оцінка якості роботи борони-луцильника «Дукат-4» з стійками кріплення дисків різної жорсткості [Текст] / С. О. Харченко, О. І. Анікєєв, М. О. Циганенко, Р. В. Антощенко, В. В. Качанов, О. Д. Калюжний, Є. А. Гаєк, Г. В. Сорокотяга // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Х.: ХНТУСГ, 2017. – Вип. 180. – С. 274-282.

Аннотация

МЕХАТРОННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Кись О.В., Антощенко Р.В.

В работе приведен анализ существующих измерительных систем и устройств, используемых при исследованиях сельскохозяйственной техники, автомобилей. Предложена конструкция измерительной системы для исследования функционирования мобильных машин и проведения исследований на лабораторных стендах. Приведены результаты экспериментальных исследований динамики автомобиля.

Abstract

MECHATRONIC MEASURING SYSTEM

O. Kis, R. Antoshchenkov

The paper presents an analysis of the existing measuring systems and devices used in the study of agricultural machinery and automobiles. The design of the measuring system for the study of the functioning of mobile machines and research on laboratory stands. The results of experimental studies of the dynamics of the car.