

# Секція 5

## ВИМІРЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙ

УДК 629.017

\*М.П. АРТЬОМОВ, \*\*М.А. ПОДРИГАЛО, \*\*Д.М. КЛЕЦ

\*Харківський національний технічний університет  
сільського господарства ім. Петра Василенка,

\*\*Харківський національний автомобільно-дорожній університет

### ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МОБІЛЬНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ

© Артёмов М.П., Подригало М.А., Клец Д.М., 2011

*Проведено дослідження мобільних сільськогосподарських агрегатів за допомогою розробленого контрольно-вимірювального комплексу з можливістю визначення їх динамічних параметрів та технічного стану.*

*The research of mobile agricultural units with assistance of the developed control and measuring complex with possibility of their dynamic parameters and a technical condition determination is carried out.*

**Постановка проблеми.** Сільськогосподарські мобільні агрегати під час виконання агротехнічних операцій агрегуються різними знаряддями, які можуть значно змінювати керованість, завантаженість, функціональну стабільність роботи, опір і стійкість руху. Скомплектовані сільськогосподарські агрегати в роботі повинні забезпечувати функціональну стабільність під час виконання агротехнічних операцій та відповідати класифікації оцінних показників: агротехнічних, експлуатаційних, економічних, промислових, загальнотехнічних і естетико-ергономічних [1]. Умови та принципи комплектації сільськогосподарських агрегатів, що входять у ту чи іншу систему машин, залежать від конструктивних параметрів та динамічних властивостей машин, які входять в агрегат.

На виконання агротехнічних вимог великий вплив має керованість мобільної сільськогосподарської машини.

Керованість різних складових мобільної машини характеризує її здатність адекватно реагувати на керуючі дії механізатора або системи керування. Керуючі впливи (дії) викликають перехідний процес із одного стану рівноваги механічної системи до іншого. Для механічних систем, до яких належать мобільні сільськогосподарські машини, перехідний процес супроводжується зміною швидкісного режиму руху. Прискорення, які виникають у цей час, характеризують не тільки керованість системи, а і зміни її технічного стану, що зумовлено нестабільністю параметрів [2].

**Аналіз останніх досліджень.** Вивчають закономірності зміни зовнішніх впливів під час виконання сільськогосподарськими мобільними агрегатами технологічних операцій роботи В.П. Горяч-

кіна, П.М. Василенка, В.Н. Болтинського, Г.М. Кутькова, Л.В. Погорілого, Ю.К. Кіртбая, В.Т. Надикто та ін. Обґрунтуванню динамічних процесів, що відбуваються у тракторах, ефективність їх використання розглядають роботи таких вчених, як В.Я. Анілович, [3]. У процесі досліджень було встановлено, що тягово-динамічні процеси у сільськогосподарських агрегатах зумовлені нерівномірним тяговим опором сільськогосподарського знаряддя, впливом нерівностей поля на підвіску трактора, підвортатами та коливаннями, що виникають у тракторі.

На початку досліджень уявлення про гармонічний характер зміни зовнішніх навантажень не відповідало сутності процесів, які відбувались в процесі експлуатації сільськогосподарських агрегатів. Умови роботи цих машин значно складніші і різноманітніші. Тому учені присвятили багато робіт дослідженню процесів у мобільних машинах, як випадкових у імовірно-статистичному сенсі [4, 5]. Виконані роботи дали змогу глибше зрозуміти процеси, що відбуваються у роботі енергонасичених мобільних сільськогосподарських агрегатів.

**Формулювання мети дослідження.** Мета дослідження – експериментально визначити величини поздовжніх, бокових і вертикальних прискорень мобільної сільськогосподарської машини з подальшим дослідженням експлуатаційних показників.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розробити мобільний вимірювальний комплекс, за допомогою якого без розбирання мобільної машини змогли провести експериментальні дослідження, визначити прискорення і функціональну стабільність.

**Виклад основного матеріалу.** Усі динамічні процеси, які відбуваються у мобільних машинах за видами їх впливу, було запропоновано поділити на: перехідні та усталені; крутильні коливання у приводі і коливання в системі регулювання, низькочастотні і високочастотні (вібрації) коливання окремих деталей, періодичні і випадкові процеси, що виникають внаслідок взаємодії трактора і сільськогосподарського знаряддя з ґрунтом. За характером впливу на енергетичні показники мобільного сільськогосподарського агрегата коливальні процеси в [6] розподілені на три основні групи: коливання окремих деталей трактора; крутильні коливання у багатомасовій динамічній системі “двигун – силовий привід”; низькочастотні коливання і перехідні процеси у системах регулювання.

Коливання в деталях трактора виникають найчастіше від зовнішніх впливів, таких як: коливання опору знаряддя, нерівності профілю поля, нерівномірне навантаження на гачі, непрямолінійний рух, зменшення потужності двигуна внаслідок зміни технічного стану тощо. Коливання більшості деталей трактора насамперед впливають на показники його надійності, екологічності і умови праці механізатора. Заслужує на велику увагу вивчення динамічних процесів, пов'язаних із функціонуванням мобільних машин у складі сільськогосподарських агрегатів, коли відбувається зміна динамічних навантажень від зовнішніх збурювальних чинників і технічного стану сільськогосподарських агрегатів та енергетичного засобу. Динамічні властивості виявляються під час розгону або гальмування сільськогосподарського агрегата та у випадках, коли сільськогосподарський агрегат рухається на прямолінійній ділянці або виконує маневр згідно з агротехнічними вимогами і проявляються через керованість і стійкість руху агрегата. Тому необхідно проводити дослідження та зробити оцінку потенційних динамічних можливостей сільськогосподарських мобільних агрегатів. Ми визначали, що динамічні властивості інтенсивно проявляються під час перехідних процесів: зміни швидкості руху, зміни сили опору сільськогосподарського знаряддя, потужності, яку розвиває двигун, і залежно від цього відбувається зміна ефективності роботи. Перехідні процеси виникають у динамічній системі сільськогосподарських агрегатів під дією механізатора, або разових зовнішніх впливів. До найважчих, хоча і типових перехідних процесів зараховані рушення з місця і розгін мобільного сільськогосподарського агрегата.

Для визначення поздовжніх, бокових і вертикальних прискорень у процесі рушання з місця і розгону сільськогосподарського агрегата кафедра тракторів і автомобілів ХНТУСГ ім. П. Василенка та кафедра технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ розробила мобільний вимірювальний комплекс (рис. 1), який складається з давачів прискорень Freescale Semiconductor мод. MMA7260QT, ноутбука для обробки та зберігання даних, отриманих в процесі проведення експерименту.

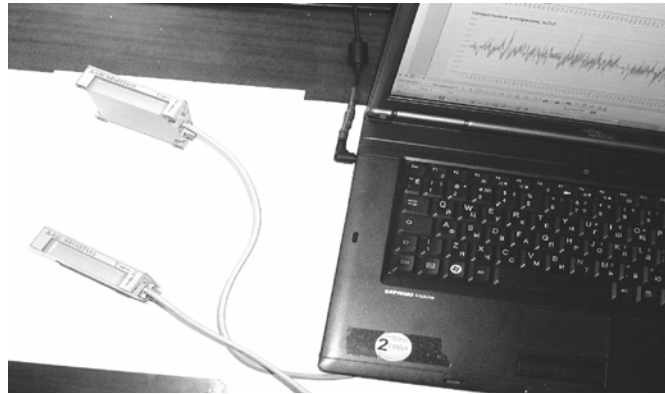


Рис. 1. Мобільний вимірювальний комплекс для визначення динамічних параметрів машин

Давачі прискорень широко використовуються у бортових комп'ютерних системах автомобілів і деяких моделях тракторів закордонного виробництва для вимірювання прискорень транспортного засобу, для вимірювання вібрацій у системах контролю шасі, антиблокувальних системах, в системах захисту від перекидання і протиугонних пристроях.

Давачі MMA7260QT, що використовуються в комплексі, – смісні акселерометри з трьома робочими осями і межею вимірювання  $\pm 1,5g$ . Ці прилади мають високу чутливість (800 мВ/г). Згідно з паспортом максимальна похибка становить 1 %.

Дослідження проводились на базі Центрального дослідного поля Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка з використанням сільськогосподарських агрегатів для виконання різних типів технологічних операцій.

У процесі підготовки до проведення експерименту в кабіні енергетичного засобу (трактора) були встановлені давачі прискорень (рис. 2), після встановлення давачів проводилось налаштування реєстраційної апаратури (ноутбук). Без рушання з місця, у статичному положенні сільськогосподарського агрегата проводились вимірювання для визначення кутів нахилу, тобто давачі виставлялись у горизонтальній площині.

Частота вимірювання показників дорівнює 50 імпульсам за секунду.

Після встановлення і налаштування мобільного вимірювального комплексу було проведене дослідження динаміки рушання і розгону сільськогосподарського мобільного агрегата. Результати обробки проведеного дослідження відображено на рис. 3.

У процесі руху агрегата давачами мобільного вимірювального комплексу реєструвались та оброблялись значення поздовжніх, бокових і вертикальних прискорень.

Миттєве прискорення у перехідному процесі розгону сільськогосподарського агрегата досягало  $3,7 \text{ м/с}^2$ , що свідчить про добру динаміку мобільної машини, тобто технічний стан двигуна відповідає експлуатаційним вимогам.

На графіках прискорень по осі  $X$  відображено час  $t(c)$ , за який вимірювалось прискорення агрегата, а по осі  $Y$  відображається прискорення  $a(\text{м/с}^2)$ . Завдяки великій точності вимірювань ми відслідковували коливання зростання прискорення в процесі розгону агрегата. Отже, в котрий раз ми отримали підтвердження того, що коливання різної частоти супроводжують рух і роботу мобільних сільськогосподарських агрегатів. Побудову графіків бокового прискорення та прискорення у вертикальній площині було проведено одночасно з прискореннями у поздовжній площині.

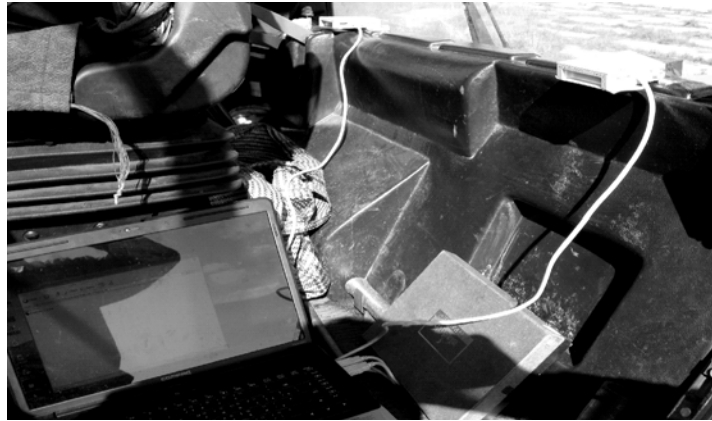


Рис. 2. Місце встановлення датчиків прискорень MMA7260QT

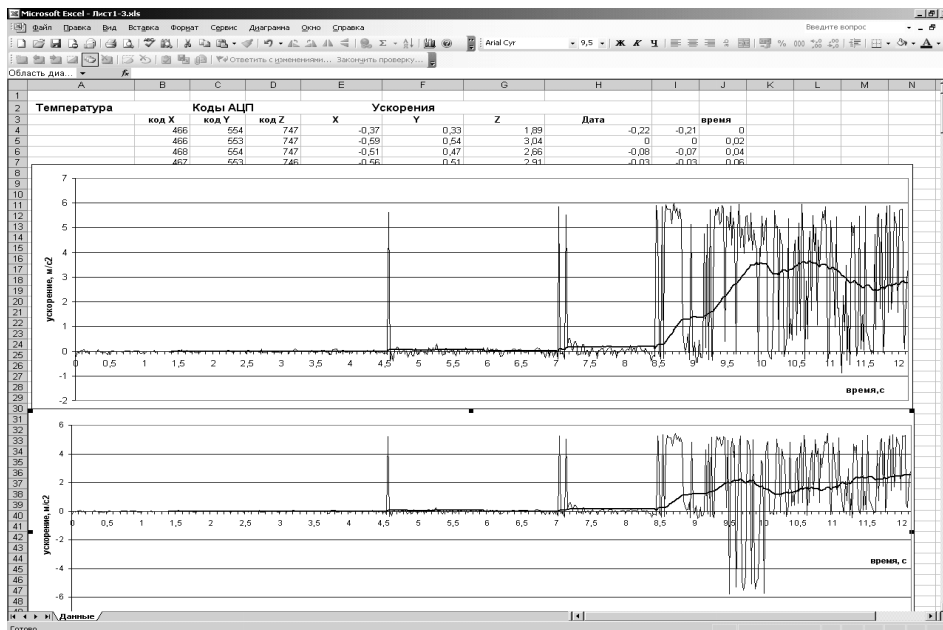


Рис. 3. Загальний вигляд графіків поздовжніх і бокових прискорень рушання і розгону досліджуваного агрегата на моніторі мобільного комплексу

Після проведених перетворень і розрахунків за допомогою розробленого вимірювального комплексу були отримані витрати потужності двигуна енергетичного засобу на рушання і розгін сільськогосподарського агрегата (рис. 4).



Рис. 4. Графік залежності зміни потужності двигуна в процесі розгону агрегата

**Висновки.** За результатами проведених досліджень зроблено такі висновки:

1. Розроблений контрольно-вимірювальний комплекс дає змогу проводити вимірювання величини поздовжніх, бокових і вертикальних прискорень у процесі випробувань мобільних машин.
2. Експериментальним шляхом визначені зміни прискорення сільськогосподарського мобільного агрегата і потужності двигуна в процесі рушання і розгону.

1. Василенко П.М. Элементы теории устойчивости движения прицепных сельскохозяйственных машин и орудий / П.М. Василенко // Сб. науч. тр. по земледельческой механике / ВАСХНИЛ. – Т.2 – М.: Сельхозгиз, 1954. – 64 с. 2. Лебедев А.Т. Оценка управляемости мобильных машин методом парциальных ускорений / А.Т. Лебедев, Н.П. Артёмов, А.В. Кот, М.А. Подригало // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010. – Вип. 10, Т. 7. – С. 65–72. 3. Анилович В.Я. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов / В.Я. Анилович, Ю.Т. Водолажченко: Справ. пособ. – 2-е изд., переработ. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 456 с. 4. Погорелый Л.В. Испытания сельскохозяйственной техники: научно-методические основы оценки и прогнозирования надежности сельскохозяйственных машин / Л.В. Погорелый, В.Я. Анилович – К.: Феникс, 2004. – 208 с. 5. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов / А.Б. Лурье. – М.: Колос, 1982. – 184 с. 6. Кульков А.В. Исследование влияния неустойчившегося характера нагрузки на эксплуатационные показатели работы МТА, определяемые косвенно по энергозатратам: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / А.В. Кульков. – Л.: Пушкино, 1987. – 18 с. 7. Кутьков Г.М. Теория трактора и автомобиля / Г.М. Кутьков. – М.: Колос, 1996. – 287 с. 8. Гаврилов Э.В. Принципы работы мобильных вычислительных комплексов / Э.В. Гаврилов, О.П. Алексеев, О.П. Смирнов // Информационные технологии. – Харьков, 1999. – С. 139 – 141.

УДК. 620.179

М.О. ТИХАН

Національний університет “Львівська політехніка”

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕНЗОРЕЗИСТИВНОГО ДАВАЧА ТИСКУ ЗА НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕРМОВПЛИВУ

© Тихан М.О., 2011

*Пропонуються методика, опис принципів, устаткування та результати дослідження перехідної характеристики тензорезистивного давача тиску під час термоударів.*

*The method, description of principles, equipment, and results of research of piezoresistive pressure sensors transient characteristic under thermal shock has been proposed.*

**Вступ.** Для багатьох сучасних атоматизованих систем керування є вкрай необхідні давачі динамічного тиску, які спроможні працювати в умовах нестационарної температури. Такі проблеми зустрічаються в аерокосмічній галузі, військовій техніці, наукових дослідженнях, випробувальній техніці тощо. Так, вимірювання тиску у космічних апаратах супроводжується впливом температури