

УДК 629.017

## ЗАСТОСУВАННЯ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ ПРИ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАННЯХ АВТОМОБІЛІВ

Коробко А., зав. відділом стандартизації та метрології  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Тел. (0619) 42-04-42

**Анотація** - визначені можливості застосування акселерометрів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях автомобілів.

**Ключові слова** – акселерометр, динамічні (кваліметричні) випробування, реєстраційно-вимірювальні комплекси.

*Вступ.* З кожним роком у світі суттєво збільшується виробництво автомобілів, їх технологічний рівень і, разом з цим, підвищуються вимоги до систем безпеки.

Для забезпечення необхідного рівня безпеки при використанні автомобіля необхідно розширювати контроль різних механізмів, що приймають участь в роботі автомобіля, якісно більш високий рівень випробувань і впровадження нових пристроїв з широкими функціональними можливостями.

Використання датчиків інерції, так званих акселерометрів, відіграє значну роль у вирішенні указаних проблем. Тому необхідно проаналізувати варіанти застосування, принципи дії і розвиток технологій виробництва акселерометрів, що використовуються в даний час у світовому автомобілебудуванні.

На сьогоднішній день актуальним є питання створення мобільних реєстраційно-вимірювальних комплексів для оцінки параметрів руху автомобілів при кваліметричних випробуваннях. Саме такий комплекс створено і експлуатується на кафедрі технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ і пропонується для розгляду.

*Аналіз останніх досягнень і публікацій.* В роботі [1] наведено детальні відомості про принципи роботи, конструкції, характеристики і умови експлуатації усіх типів датчиків, що використовуються в різних областях.

В указані роботі [1] також наводяться результати аналізу ринку, детальні відомості про принципи роботи датчиків прискорення. Можливості застосування в автомобільній промисловості усіх сучасних типів акселерометрів детально проаналізовано в [2].

*Мета і постановка задач дослідження.* Метою даного дослідження є визначення можливостей застосування акселерометрів при кваліметричних випробуваннях.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначити область застосування акселерометрів при кваліметричних випробуваннях автомобіля;
- визначити можливості мобільного реєстраційно-вимірювального комплексу (РВК), розробленого на кафедрі ТМ і РМ ХНАДУ.

*Основна частина.* Основні види автомобільних акселерометрів. Акселерометр вимірює прискорення або, відповідно до другого закону Ньютона, силу, що викликає прискорення інерційної маси.

Принцип роботи акселерометрів відрізняються в залежності від способу отримання електричного сигналу при детектуванні руху інерційної маси. На сьогоднішній день виділяють три основні категорії автомобільних акселерометрів [1] (рис. 1).

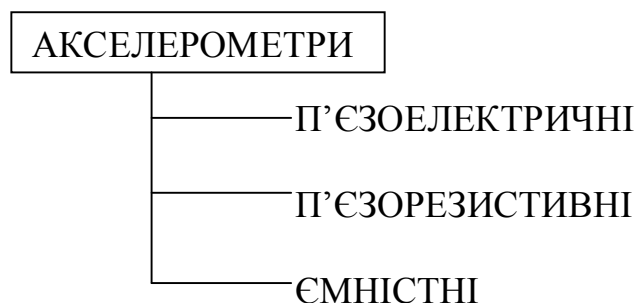


Рис. 1. Категорії автомобільних акселерометрів

Жорсткішання стандартів на забезпечення безпеки дорожнього руху в розвинутих країнах і пов'язане з цим покращення експлуатаційних властивостей систем захисту є однією із найважливіших причин підвищення необхідності в нових, більш дорогих датчиках.

Об'єктивним фактором збільшення систем керування в автомобілі різного функціонального призначення – від моніторингу стану двигуна до систем безпеки пасажирів – являється розвиток технологій мікроелектромеханічних систем (MEMS – microelectromechanical systems). Концепція MEMS включає в себе інтеграцію на кремнієві основі механічних елементів, сенсорів і виконавчих механізмів, а також електроніки для обробки сигналу.

MEMS-технології супроводжуються авангардними технічними рішеннями: на їх основі створені MEMS-акселерометри, гіроскопи і датчики тиску.

Застосування акселерометрів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях автомобілів. Проведення кваліметричних випробувань потребує застосування мобільних обчислювальних комплексів [3], що дозволяють без втручання в конструкцію автомобілів здійснювати визначення його кінематичних і динамічних параметрів. Експериментальні дослідження динамічних якостей колісних машин ґрунтуються

на вимірюванні параметрів руху різними інерціальними чутливими елементами і системами в реальних умовах руху машин по дорозі.

Такі системи широко використовуються при гальмівних випробуваннях автомобілів. При проведенні гальмівних випробувань автомобілів дорожнім методом використовується прилад для вимірювання ефективності гальмівних систем «Эффект-02» [4]. Принцип дії його базується на вимірюванні прискорення автомобіля з подальшою обробкою результатів вимірювання.

Аналогічний принцип роботи покладено в основу роботи вимірювача динамічних характеристик автомобіля SPRINT SG2 [5].

Для розрахунку швидкості руху застосовується інтегрування прискорення по часові, а для розрахунку гальмівного шляху – подвійне інтегрування прискорення по часові. Як відомо, при інтегруванні накопичується значна похибка вимірювань.

Крім вимірювання ефективності гальмування SPRINT SG2 дозволяє вимірювати потужність і крутний момент на валу двигуна і колесах автомобіля.

В ХНАДУ О. П. Алексієвим і В. О. Алексієвим розроблений і успішно експлуатується вимірювальний мікропроцесорний комплекс [6], заснований на використанні методу непрямих вимірювань динаміки колісної машини. Він являє собою апаратуру, що встановлюється практично на будь-який транспортний засіб в якості спеціалізованого бортового обчислювального комплексу – БОК. В якості інерційних чутливих елементів БОК використовуються трикоординатні датчики прискорень, тобто датчики здійснюють вимірювання прискорень автомобіля в напрямку трьох координатних осей.

При прямолінійно-поступовому русі усі точки автомобіля мають однакові кінематичні параметри. Тому для визначення параметрів руху автомобіля достатньо одного датчика повздовжнього прискорення («Эффект-02», «SPRINT SG2»). Для того щоб визначити параметри плоскопаралельного руху автомобіля необхідна установка двох датчиків прискорень.

Мобільний реєстраційно-вимірювальний комплекс. Співробітниками кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ проведено ряд експериментів з використанням двох акселерометрів MMA720QT.

Під час випробувань проводяться прямі вимірювання прискорень точок, в яких установлені акселерометри і непрямі вимірювання параметрів руху автомобіля в цілому.

На рис. 2 показано загальний вид вимірювального комплексу.

Дослідження показали, що розрахунок швидкості руху за допомогою двох акселерометрів дає більш точні результати у порівнянні з іншими вимірювальними комплексами.

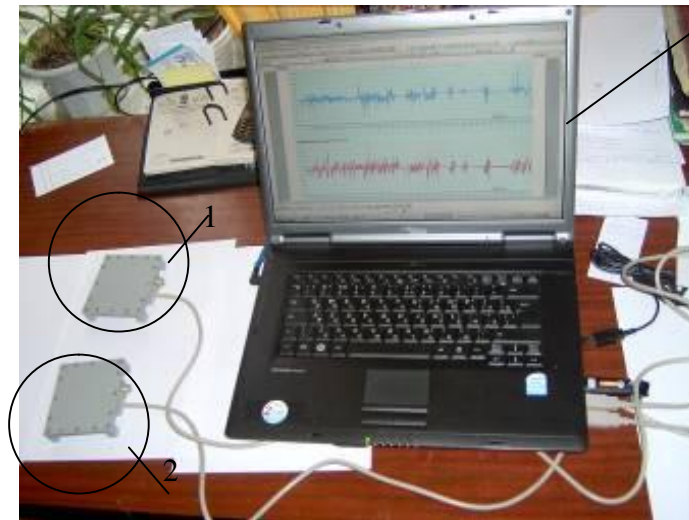


Рис. 2. Загальний вид вимірювального комплексу:  
1, 2 – акселерометри; 3 – ЕОМ

Вимірювальний комплекс легко встановлюється в автомобілі (рис. 3).



Рис. 3. Установка акселерометрів на автомобілі в передній (а) і задній (б) частині автомобіля

Погрішність таких вимірювань складається лише з погрішності прямих вимірювання, тобто вимірювання лінійних прискорень (для акселерометрів MMA7260QT – 1%) і координат розташування акселерометрів відносно подовжньої осі автомобіля. На основі цього можна зробити висновок, що при розрахунку гальмівного шляху з різних швидкостей два акселерометри дають більш точні результати. Вимірюючи бокове прискорення стає можливим передбачити поведінку автомобіля при різних погодних і дорожніх умовах.

Спостерігаючи за поведінкою автомобіля безпосередньо, такий вимірювальний комплекс дає можливість спрогнозувати з більшою точністю, які будуть зміни в керуванні при зміні потужності двигуна, жорсткості амортизаторів, зменшення маси, перерозподіл центру тяжіння автомобіля, тощо. Також це дозволить краще підготувати спортивний автомобіль до змагань.

Для отримання такої безлічі корисних даних нема необхідності конструювати і впроваджувати складні механізми в автомобіль.

Розроблений РВК достатньо простий в установці і використанні.

*Висновки.* Завдяки розвитку MEMS-технологій і удосконаленню акселерометрів можна значно забезпечити автомобіль.

Під час проведення динамічних (кваліметричних) випробувань автомобілів з використанням мобільного РВК, розробленого на кафедрі технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, були отримані нові і більш точні результати досліджень динамічної поведінки автомобіля на дорозі.

#### Література

1. *Аш Ж.* Датчики измерительных систем: В 2 кн. / *Ж. Аш.* – М.: Мир, 1992. – 480 с.
2. *Сысоева С.* Автомобильные акселерометры / *С. Сысоева* // Компоненты и технологии. – 2005. – №8. – С. 12-18.
3. *Гаврилов Э. В.* Принципы работы мобильных вычислительных комплексов / *Э. В. Гаврилов, О. П. Алексиев, О. П. Смирнов*// Информационные технологии. – М., 1999. – С. 139-141.
4. Измеритель эффективности тормозных систем автомобилей. - Паспорт М 016.000.00 ПС.
5. Измеритель динамических характеристик автомобиля Sprint SG2. Руководство пользователя.
6. Устойчивость колёсных машин против заноса в процессе торможения и пути её повышения / [*М. А. Подригало, В. П. Волков, В. А. Павленко, В. Н. Павленко, М. В. Байцур, А. И. Назаров, В. О. Алексеев*]; под ред. *М. А. Подригало.* – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2006. – 377 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ АВТОМОБИЛЕЙ

А.В. Коробко

**Аннотация** – в работе определены возможности использования акселерометров при динамических (кваліметрических) испытаниях автомобилей.

## THE APPLICATION OF ACCELEROMETERS AT THE DYNAMIC TESTING OF CARS

A. Korobko

#### *Summary*

**A paper considers possibilities of using accelerometers at the dynamic (quality metering) testing of cars.**