

УДК 004

**ВИМІР ВЕРТИКАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ***Кривошапов С.І., Дитятьев А.В.**Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків*

Забезпечити високий рівень надійності дорожньо-транспортних засобів в процесі їх експлуатації можливо за рахунок періодичного технічного контролю стану вузлів і агрегатів.

Стан підвіски впливає на стійкість і плавність ходу автомобіля. Через нерівності дороги навантаження на ходову частину зростає. Це призводить до передчасному відмови елементів підвіски.

Технічний стан підвіски перевіряється на спеціалізованих стендах, принцип роботи яких заснований на обурення коліс автомобіля з подальшою записи сили впливу на опорну площадку. Таке обладнання дороге.

Можна використовувати експрес тест в якому обурюється кузова автомобіля. Тут необхідно контролювати переміщення підресореної маси. В роботі [1] запропоновано використовувати датчики переміщення (відстані).

Замість переміщення можна виконувати вимірювання прискорення кузова автомобіля. В табл. 1 наведені бюджетні датчики прискорення, які поширено використовуються.

Датчик прискорення реалізується в інтегральній мікросхемі, яка може поставлятися окремо або в складі модуля (з обв'язкою). Всі представлені акселерометри вимірюють прискорення по 3-м координатах (X, Y, Z).

Цифрові датчики мають вбудований АЦП різної розрядності. Тоді на виході наявні один або два інтерфейси: I<sup>2</sup>C, SPI. Інтерфейс I<sup>2</sup>C - двопровідний, двонаправлений, адресний, має високу перешкодозахищеність. Інтерфейс SPI – 2-х або 3-х провідний, порівняно з I<sup>2</sup>C, може передавати дані з більшою частотою але найменші відстані.

На один канал шини I<sup>2</sup>C можна підключити не більш ніж два однакових датчика, оскільки у кожному прошиито два адреси, який переключується

вводом. На шину SPI можливо підключити багато датчиків, але для кожного необхідно передбачити індивідуальний канал (лінію) управління.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика датчиків прискорення

| Параметр          | Найменування датчика |                       |                       |               |                       |         |
|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------|
|                   | MPU6050              | MPU6500               | ADXL345               | ADXL362       | BMI160                | ADXL335 |
| Вимір             | А/Г/М/К/Д            | А/Г                   | А                     | А             | А/Г                   | А       |
| Тип               | цифр.                | цифр.                 | цифр.                 | цифр.         | цифр.                 | аналог. |
| Виконання         | модуль               | модуль                | модуль                | мікро-схема   | мікро-схема           | модуль  |
| Інтерфейс         | I <sup>2</sup> C     | I <sup>2</sup> C, SPI | I <sup>2</sup> C, SPI | SPI           | I <sup>2</sup> C, SPI | -       |
| Діап. прискор.    | ±16 g                | +/- 16 G              | ±16 g                 | ±8 g          | ±16 G                 | ±3 g    |
| Здатність датчику | 12-Bit<br>АЦП        | 16 bit<br>АЦП         | 13bit<br>АЦП          | 12 bit<br>АЦП | 16 bit<br>АЦП         | -       |
| Габарити          | 10 x 20              | 25 x 16               | 28 x 14               | 3 x 3,5       | 2,5 x 3               | 21 x 16 |
| Джерело           | [2]                  | [3]                   | [4]                   | [5]           | [6]                   | [7]     |

В одному модулі може бути реалізований кілька вимірювальних схем: акселерометра (А), магнітометри (М), гіроскопа (Г), компас (К) і датчик атмосферного тиску (Д). Зчитування даних здійснюється через відповідні регістри.

Аналоговий акселерометр вимагає зовнішній АЦП, який може бути реалізований мікроконтролером або додатковим модулем.

Датчики відрізняються діапазонами вимірювань прискорення, проте для коливань кузова автомобіля ці можливості надлишкові.

Датчики вимагають попередньої калібрування.

Інформація від датчика прискорення передається до блоку управління (рис. 2). В платах Arduino, які побудовано на базі мікроконтролера ATmega, інтерфейси I<sup>2</sup>C і SPI реалізовані апаратно. Блок управління взаємодіє по UART з комп'ютером через USB-інтерфейс.

На комп'ютері розроблено програмне забезпечення, яке прослуховує

COM-порт (Serial), зберігає дані та їх обробляє. На моніторі комп'ютера відображається графік зміни прискорення від часу. Діагност аналізує інформацію і робить висновок про технічний стан підвіски автомобіля

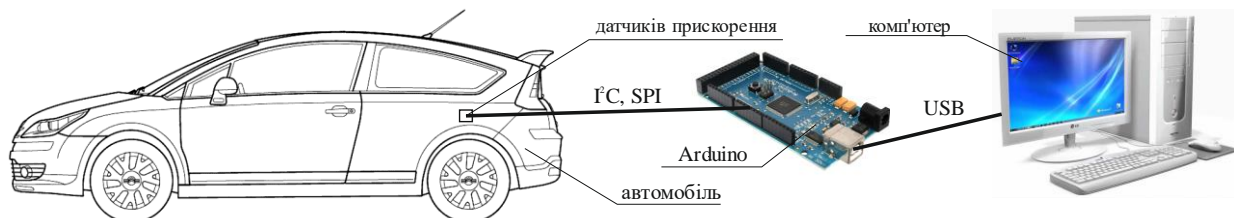


Рисунок 1 – Схема вимірювання та передачі інформації до комп'ютера

Використання датчиків прискорення, макетної плати Arduino і програмного забезпечення дозволяє створити недорогий вимірювальний пристрій для діагностування підвіски автомобіля.

### Список використаних джерел

- [1] Кривошапов С.И., Дитятьев А.В. Измерение вертикальных перемещений кузова автомобиля. Матеріали VII Міжн. науково-техн. Інтернет-конф. «Автомобіль і електроніка сучасні технології», Харків, ХНАДУ, 2020. С.115-117.
- [2] MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4. URI: <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf>
- [3] MPU-6500 Product Specification Revision 1.1. URI: <https://datasheet.octopart.com/MPU-6500-InvenSense-datasheet-138896167.pdf>
- [4] Digital Accelerometer ADXL345. URI: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADXL345.pdf>
- [5] Digital Output MEMS Accelerometer ADXL362. URI: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADXL362.pdf>
- [6] BMI160 Small, low-power Inertial Measurement Unit. URI: <https://www.mouser.com/datasheet/2/783/BST-BMI160-DS000-1509569.pdf>
- [7] Accelerometer ADXL335. URI: [https://uamper.com/products/ADXL335\\_datasheet.pdf](https://uamper.com/products/ADXL335_datasheet.pdf)