

маг.инж. Дамянов И.С., гл.ас.д-р инж. Милетиев Р. Г.
Технически университет – София, България
E-mail: iliobs@gmail.com; E-mail: miletiev@tu-sofia.bg

Abstract: *The main issues are considered in this topic: estimation of technical condition; methods for shock absorber diagnostics, development of vibrodiagnostic system; records of vibro-diagrams.*

KEYWORDS: *DIAGNOSTICS, VIBRODIAGNOSTIC, CAR SUSPENSION, TECHNICAL CONDITION, SHOCK ABSORBER, INERTIA SENSOR.*

1. Увод.

Оценката на техническото състояние на елементите от окачването на автомобила се извършва комплексно със скъпи диагностични съоръжения, а доста често и субективно.

Целта на работата е да се съчетае опита в изработването на инерциални сензори и цифровата обработка на сигналите с опита и потребностите за изпитване и диагностициране на елементи от окачването на леки автомобили в експлоатация. Разработва се комплексна методика за вибродиагностика на елементите от окачването на автомобила, с помощта на специално проектирана, адаптирана и изработена за целта апаратура. Това ще позволи със сравнително евтини и достъпни средства и без разглобяване да се установи необходимостта от замяна на неремонтируемите изделия от окачването с което ще се подобри безопасността на движение и комфорта при пътуване.

2. Предпоставки и начини за решаване на проблема.

Неизправното окачване влошава плавността на хода на автомобила, а това се отразява негативно върху пътниците и товарите и влошава управляемостта и устойчивостта на автомобила. Повишените вибрации ускоряват износването и възникването на други дефекти в много детайли не само на окачването [1].

Основните признаци за неизправности в окачването са: увеличена деформация на еластичните елементи, изтичане на течности от амортизаторите, повишен шум при преминаване през препятствия, увеличена амплитуда на колебанията на каросерията и бавното им затихване.

Неизправности на окачването на автомобилите се дължат на неизправности в множество елементи: амортизатори, пружини, ресори и ресорни листове, крепежни съединения, втулки и тампони, шарнирни елементи, реактивни и стабилизиращи щанги, въздушни възглавници и регулатори на налягане и др.

Оценка на техническото състояние на елементите от окачването се ограничава в техническа диагностика на състоянието на амортизаторите и субективна оценка на състоянието на останалите елементи.

Методите за диагностика на амортизаторите са:

- по свободните колебания възбудени при преминаване на автомобила през изкуствена неравност (Siems & Klein KG, M-Tronic BIG RED). Записаната крива на свободните колебания по амплитудата и характеристика се сравнява с

еталонната крива на колебанията на каросерията на изправен автомобил;

- по принудените колебания на колелата на автомобила (Boge, Sachs) чрез измерване и сравняване на максималната амплитуда и средната стойност на резонансната честота;

- чрез степента на сцепление на колелото с тестова площадка (Ravaglioli Beissbarth) която се определя чрез измерване на силата на притискане колелото върху тестовата площадка при резонансната честота на амортизатора;

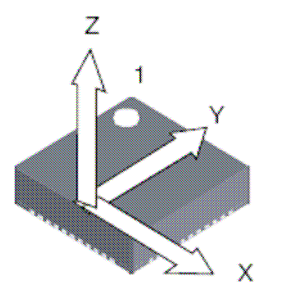
Недостатъците на използваните методи са, че получаваните резултата се влияят не само от техническото състояние на амортизаторите, а и от състоянието на останалите елементи от окачването на автомобилите, а получаването на еталонни криви на затихващите колебания е трудна задача, а понякога е невъзможна.

3. Решения на проучения проблем.

Цел на настоящата работа е разработване на система за вибродиагностика за оценка на техническото състояние на отделните елементи от окачването на автомобилите.

За оценка на отделните елементи е необходимо да се снимат и записват техните вибродиаграми по оси X Y Z. За целите на вибродиагностиката на елементите се използват MEMS инерциални сензори, данните от които постъпват в управляващ и преобразуващ блок, базиран на програмируем микропроцесорен контролер, като обработената информация постъпва в персонален компютър, където се записва и визуализира.

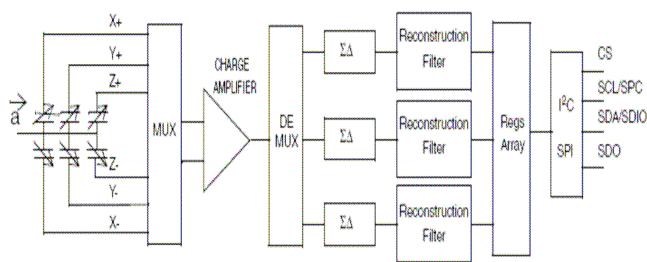
Акселерометърът, избран за целите на проекта, е модел LIS3LV02DQ, производство на фирмата *STMicroelectronics*, с цифров изход, който включва чувствителен елемент и SPI сериен интерфейс. Той възприема ускоренията по три взаимно перпендикулярни направления. Ориентацията на инерциалния сензор е показана на фиг.1.



Фиг.1. Ориентация на осите на акселерометъра.

Основният тип интерфейс, използван за предаване на данни между устройствата, е избран SPI. Този избор е продиктуван от факта, че този тип интерфейс позволява обмен на данни със значителна скорост (до 10Mbps) и свързване на голям брой устройства на една шина.

Блоквата схема на акселерометъра е показана на Фиг.2. Тя се състои от нискошумящ капацитивен усилвател (Charge Amplifier), който преобразува в аналогово напрежение капацитивния дисбаланс на MEMS сензорите и с помощта на трите 12bit-ви сигма – делта аналогово – цифрови преобразуватели ($\Sigma\Delta$ АЦП) го преобразува в цифров поток. $\Sigma\Delta$ АЦП са функционално свързани с възстановяващите филтри (Reconstruction Filter), които премахват високочестотния шум от квантуването. Скоростта на изхода от филтрите зависи от стойността на коефициента на децимация и може да бъде програмно конфигуриран в границите от 40Hz до 2560Hz.



Фиг.2. Блокова схема на MEMS акселерометър LIS3LV02DQ.

Избраният акселерометър (тип LIS3LV02DQ) позволява да се измерват линейни ускорения в обхватите $\pm 2g$ и $\pm 6g$ с честота на дискретизация 40Hz, 160Hz, 640Hz и 2560Hz. Горната гранична честота (на ниво -3dB) на вградения цифров филтър е съответно 10Hz, 42Hz, 168Hz и 675Hz, а чувствителността на LIS3LV02DQ е 1mg в обхвата $\pm 2g$ и 3mg при $\pm 6g$, което позволява използването на този сензор за целите на вибродиагностиката.

4. Резултати и дискусия.

За изграждане на система за вибродиагностика на елементите на окачването е разработена многоканална паралелна измервателна система, към която може да се свържат множество инерциални сензори.

Блоквата схема на инерциалния модул се състои от следните елементи (Фиг.5):

- Захранващ блок – преобразува входното захранващо напрежение от 12V до 3,3V и 5,0V за захранване на интегралните схеми и микроконтролера на системата;

- Микроконтролер тип PIC18F452 – 8-битов микроконтролер за обработка на информацията и управление на системата;

- RS232 конвертор – преобразува нивата на сигналите от CMOS/TTL в RS232 стандарт, реализиран с интегралната схема MAX232;

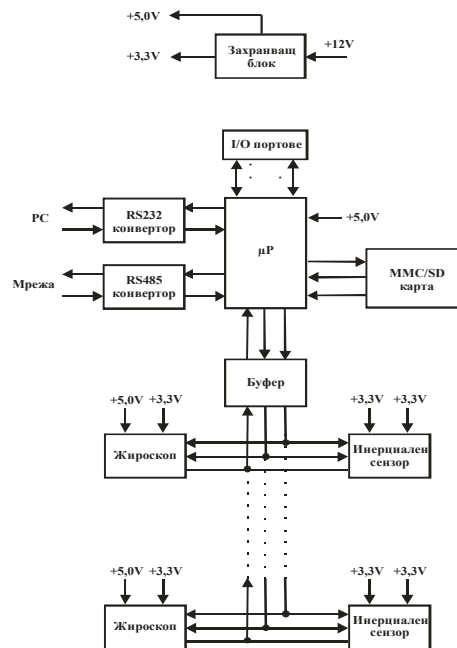
- RS485 конвертор – преобразува нивата на сигналите от CMOS/TTL в RS485 стандарт, реализиран с интегралната схема MAX481;

- MMC/SD карта – съхранява измервателната информация от сензорите;

- Акселерометър – тип LIS3LV02DQ - триосен акселерометър, производство на фирмата *STMicroelectronics*, с цифров изход, който включва чувствителен елемент и I²C и SPI сериен интерфейс. Това е основният сензор, чувствителен към линейни ускорения;

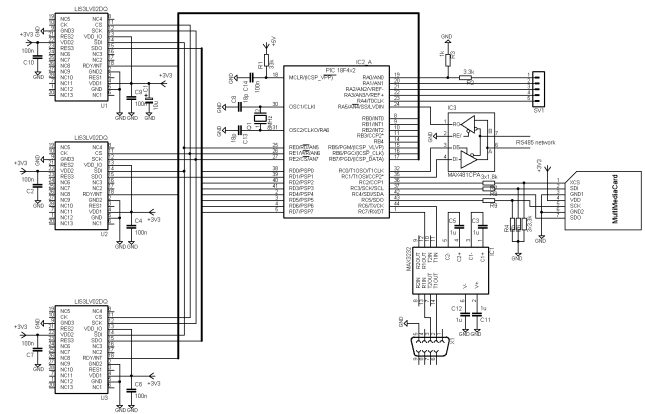
- Жироскоп – тип ADIS16100 – едноосен жироскоп, производство на фирмата *Analog Devices*, с цифров изход, който включва чувствителен елемент и SPI сериен интерфейс. Това е допълнителен сензор, чувствителен към ъглово завъртане.

- Входно – изходни портове – предназначени за свързване на допълнителни сензори към системата (температурни датчици, тензодатчици и др.).



Фиг.3. Блокова схема на инерциалния модул.

Системата може да приема информация от множество паралелно свързани инерциални сензори, тъй като SDI и SCK входовете на сензорите са свързани паралелно и получават едновременно командите за прочитане на инерциалните данни. SDO изходите от своя страна са свързани към входовете на един и същи порт (PORTD), съгласно принципната схема на системата, показана на Фиг.4. По този начин с една инструкция се прочита състоянието на всички изходи на сензорите.

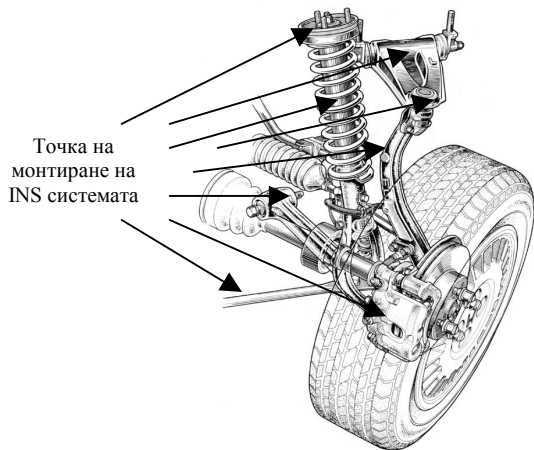


Фиг.4. Принципна схема на инерциалния модул.

Изградената по този начин система позволява едновременното управление на до 8 инерциални сензора, като програмното осигуряване определя автоматично дали са свързани акселерометри или жироскопи.

Създаването на колебания в елементите на автомобила в стационарни условия може да се получи чрез използване на съществуващите стендове за проверка на техническото състояние на амортизъори, при което да се записват едновременно вибродиаграми на 8 отделни елемента – амортизъори, носачи, купе, автомобилни колела и др. След оценка на отделните вибродиаграми може да се определи и тяхното техническо състояние.

На фиг. 5 са показани някои от възможните местата за поставяне на вибродатчиците по окачването на автомобила.



Фиг.5. Схема на монтиране на датчиците.

Разработената система може да се използва и за изследване динамичното поведение на неизправните елементите от окачването на автомобила и в пътни условия, при което системата се захранва от акумулаторната батерия на автомобила. Получените сигнали от инерциалните сензори могат да се записват по два начина – на преносим компютър чрез дата кабел свързан със системата или на MMC/SD карта съхраняваща измервателната информация от сензорите, която след приключване на измерването се прехваля на компютър чрез карточетец. Запасаните данни се обработват със специално разработен софтуер за визуализация на вибродиаграмите.

5. Заключение.

С помощта на разработената система ще се запишат вибродиаграми на окачването на автомобила в зависимост от условията на работа – стационарен или нестационарен режим.

С цел получаване на достоверна база данни за сравнение ще се запишат набор от вибродиаграми за доказано неизправни елементи на окачването на автомобилите при различни режими на работа.

С помощта на получените вибродиаграми ще се даде основа за анализ на техническото състояние на окачването на автомобилите и отделните му елементи и отчитане на влиянието на неизправните елементи върху плавността на хода, управляемостта и устойчивостта.

6. Литература.

1. Джонев Г., Диагностика на автомобила, записки ТУ-София, 2005
2. Monroe suspension, All About Suspension. Tenneco, 2006