

І.Г. Грабар, д.т.н., проф.
В.М. Іванченко, аспір.
В.Є. Титаренко, к.т.н., доц.
В.В. Саморіз, магістрант

Житомирський державний технологічний університет

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ОЦІНКИ ВІБРОНАВАНТАЖЕНОСТІ НЕСУЧИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

У роботі обґрунтовано необхідність та розроблено програмно-апаратний комплекс для оцінки вібронавантаженості елементів конструкцій несучих систем і наведено окремі результати досліджень.

Вступ. Постановка проблеми. Надійність машин характеризується певним рівнем вібрацій, перевищення якого викликає зміну структури матеріалів, інтенсивне накопичення ушкоджень втоми і пластичних деформацій, віброповзучість в елементах конструкцій, порушення нормального функціонування еластичності пружних систем механізмів [1]. Тому проблема уточнення розрахункових методів міцності та втомної довговічності для попередження вібраційних відмов механізмів і машин, оцінки технічного стану несучих конструкцій та впливу на характер вібраційних процесів дефектності є надзвичайно актуальною.

Аналіз джерел досліджень. Фундаментальними дослідженнями в цих напрямках займалися багато відомих науковців: В.Б. Проскураков, Л.М. Лельчук, В.Т. Трощенко, В.В. Панасюк, П.В. Ясній та інші. Вібраційним процесам транспортних машин присвячені численні роботи Є.Є. Александрова, вібраційним методам оцінки якості тракторів на стадії проектування, виготовлення та експлуатації – роботи Н.Я. Говорушенка та В.Д. Мигалія, аналізу коливань та діагностувань енергетичних машин значна увага приділена в роботах Н.В. Григор'єва, М.Г. Шульженко, Є.О. Ігуменцева.

В цілому зроблено значний внесок у вирішення проблемних питань, що ініціюються вібраційними коливаннями при експлуатації машин і механізмів.

Однак багатофакторність задач та існуюча розрізненість методів досліджень вимагає використання програмно-апаратних комплексів (ПАК) для оцінювання вібронавантаженості, особливо несучих систем транспортних машин, у реальному часі відліку. ПАК є необхідним інструментом для оцінки та розробки проектних і допустимих експлуатаційних вібропараметрів елементів конструкцій. Вони необхідні для складання регламентів і технологічних схем діагностування.

Використання запропонованої розробки ПАК може бути ефективним для уточнення розрахункових методів міцності та втомної довговічності через визначення фактичних (експлуатаційних) значень коефіцієнтів динамічності. До першочергових завдань досліджень з використанням ПАК слід віднести вивчення вібраційних параметрів рами автомобіля УАЗ-31512 як типової для відпрацювання методик роботи ПАК на основі її адекватної кінцевоелементної комп'ютерної моделі.

Викладення основного матеріалу. Програмно-апаратний комплекс побудований із застосуванням акселерометрів мікроконтролерного типу АДХЛ, які належать до датчиків механічного руху та перетворюють лінійні прискорення від руху чи гравітації на електричні сигнали. Сигнали обробляються ПАК за допомогою мікросистем обробки даних, що зазвичай являють собою функціонально орієнтовані або змішані (аналогово-цифрові) спеціальні пристрої попередньої обробки інформації. Схема та загальний вигляд мікроконтролерного модуля з одним акселерометром наведені на рисунках 1 і 2.

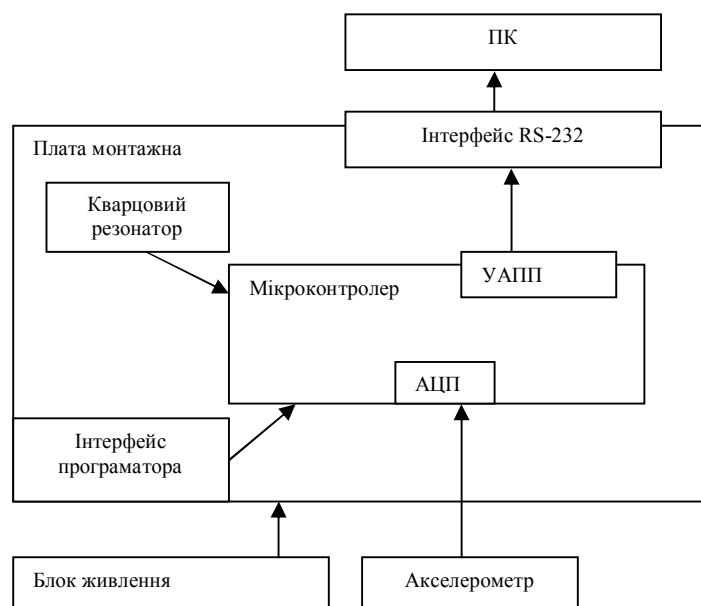


Рис. 1. Структура мікроконтролерного модуля

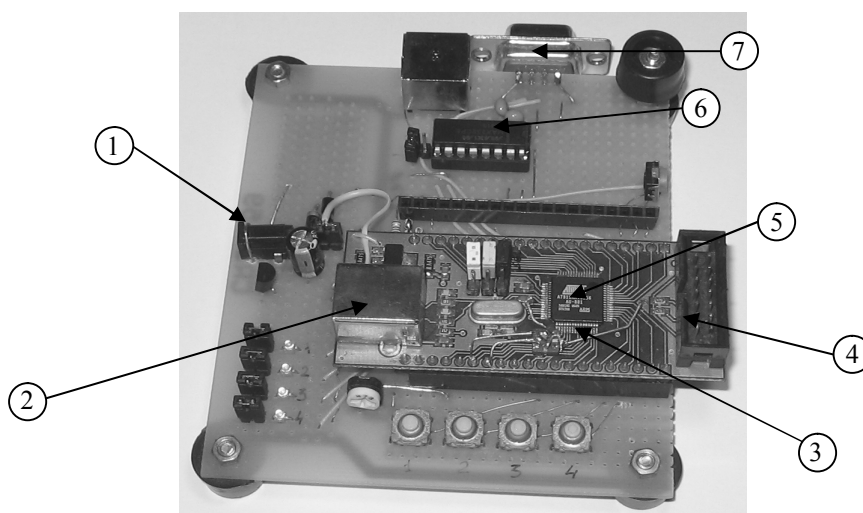


Рис. 2. Загальний вигляд мікроконтролерного модуля:

1 – гніздо живлення; 2 – кварцовий резонатор; 3 – акселерометр ADXL204;
4 – інтерфейс програматора; 5 – мікросхема мікроконтролера AT91SAM7S256;
6 – мікросхема MAX232CPE інтерфейсу RS-232; 7 – роз'єм інтерфейсу RS-232

Як датчик прискорення вибрано оптимальний, з точки зору співвідношення ціна–кількість–доступність, двоканальний акселерометр з аналоговим виходом ADXL204 фірми Analog Devices (рис. 3), яка є лідером з продажів акселерометрів та гіроскопів. Analog Devices виготовляє одно- та двокоординатні акселерометри з діапазоном прискорень $\{1,5-250\text{ g}\}$.

Існують версії з комерційним (0–70 °C) й індустріальним (-40–125 °C) діапазоном робочих температур.

Цей датчик випускається в мініатюрному корпусі LCC, вимірює прискорення за двома взаємно перпендикулярними напрямками, вектори яких лежать паралельно площині корпусу мікросхеми, і перетворює їх на аналоговий вихідний сигнал, пропорційний величині прискорення на осях.

У повному діапазоні величини, що вимірюється ($\pm 1,7\text{ g}$), акселерометр дозволяє досягти нелінійності перетворення в 0,2 % від повної шкали й витримує без пошкоджень ударні поштовхи та віброприскорення до 1000 g.

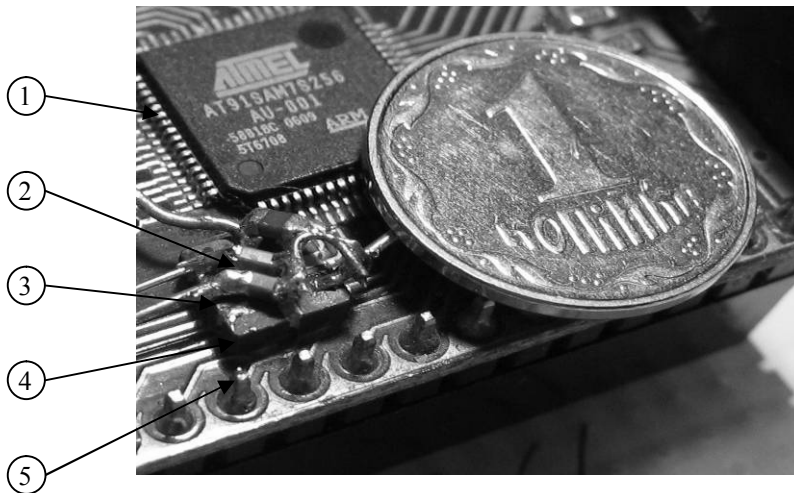


Рис. 3. Загальний вигляд експериментального монтажу акселерометра ADXL204:
 1 – мікросхема мікроконтролера AT91SAM7S256; 2 – конденсатор фільтра живлення (0,1 мкФ); 3 – конденсатор фільтра S_x – 500 Гц (0,01 мкФ);
 4 – конденсатор фільтра S_y – 50 Гц (0,1 мкФ); 5 – акселерометр ADXL204

До особливостей датчика можна віднести:

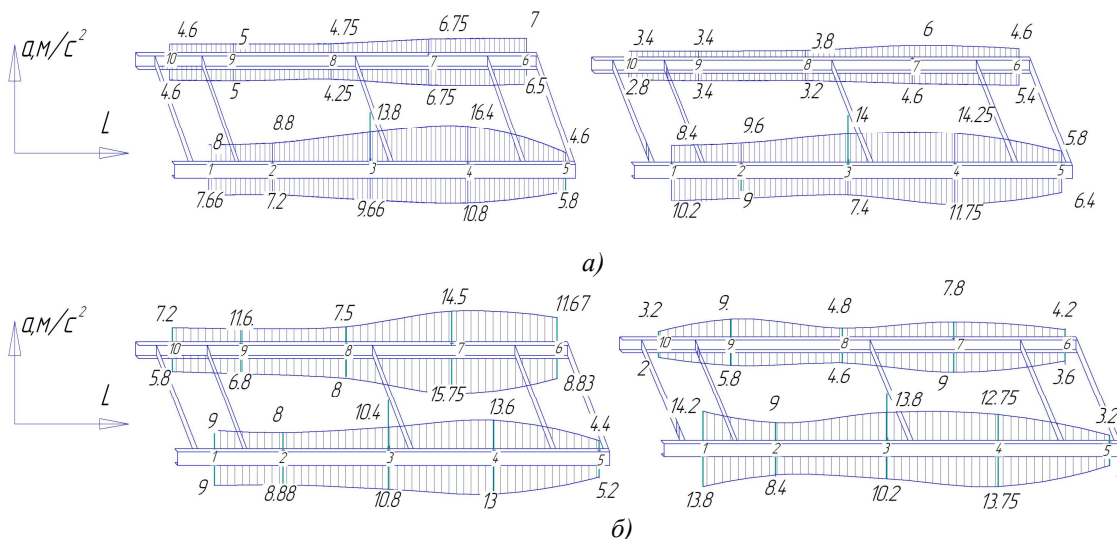
- двохосьовий вимірювач прискорення в одному корпусі;
- надмініатюрний корпус (5x5x2);
- роздільну здатність на 60 Гц – 2 мг;
- низьке споживання струму (< 0,6 мА);
- прямий інтерфейс з недорогими мікроконтролерами;
- налаштування ширини смуги пропускання одним конденсатором;
- однополярне живлення від 3 до 5,25 В.

Для зчитування, попередньої обробки та передачі сигналів, що виходять з акселерометра, розроблена програма «Acceleration МК», яка написана на мові СІ в програмному середовищі EWARM.

Результати досліджень вібронавантаженості рами автомобіля УАЗ-31512 від ударного навантаження падаючої кульки, з використанням розробленого ПАК, наведені на рисунку 4.

Цілісна конструкція (без пошкоджень)

Конструкція з суцільними тріщинами (розрізами) в першій та другій поперечинах



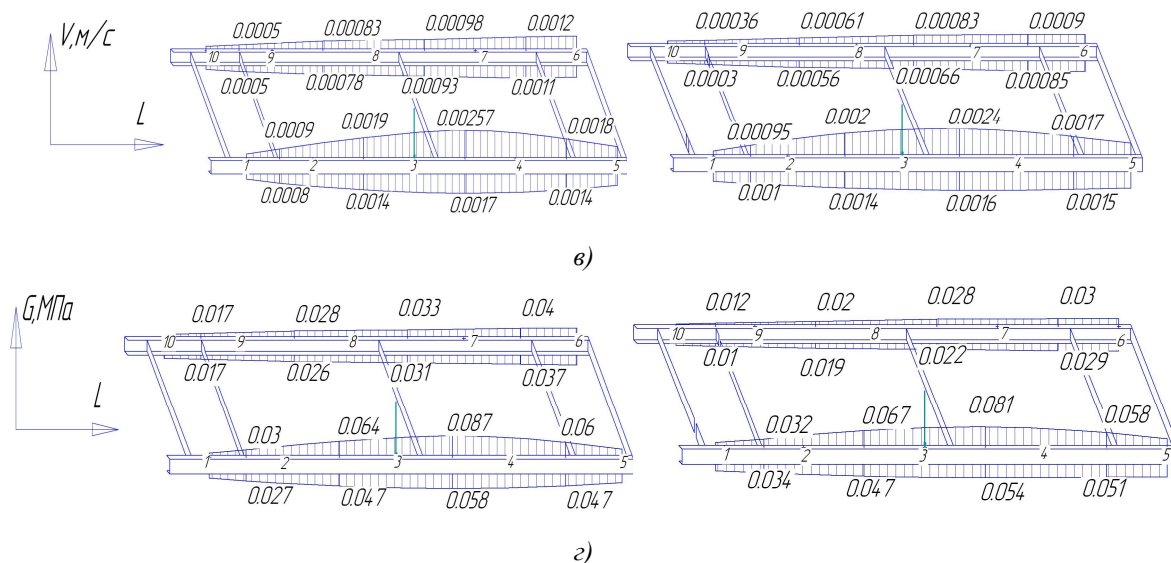


Рис. 4. Картини епюр віброприскорень, швидкостей та напружень у рамі:
а, б – поздовжні та поперечні віброприскорення; в, г – швидкості та напруження

Показані картини епюр віброприскорень побудовані за показами акселерометра в двох взаємно перпендикулярних напрямках для цілісної конструкції рами та з наперед створеними дефектами.

Згідно з планом експерименту в конструкції рами створювалися додаткові розтягуючі напруження, спочатку в поздовжньому, а потім у поперечних напрямках, також вводилися тріщини (розрізи) на поперечних елементах.

Кількісні зміни в епорах віброприскорень зафіксовано через спеціально введений коефіцієнт передачі віброамплітуд від точки удару до найбільш віддалених точок конструкції:

$$K_{перед.} = A_{min} / A_{max},$$

де A_{max} – максимальна амплітуда віброприскорень у місці удару; A_{min} – мінімальна амплітуда віброприскорень на протилежному від удару лонжероні.

За запропонованою методикою оцінки несучої здатності конструкції введення суцільної тріщини спочатку в одній, а потім у другій поперечинах рами спричинило зміну коефіцієнта передачі віброамплітуд з 0,66 до 0,56 і 0,43 відповідно.

Висновки. Обробка результатів експерименту дозволила зробити такі висновки.

1. Використання розробленого ПАК в експериментальних дослідженнях вібронавантаженості рами показало його високу оперативну спроможність фіксувати амплітуди віброприскорень у двох напрямках осей координат у реальному часі.

2. При використанні ПАК встановлено закономірності зміни несучої здатності досліджуваної рами УАЗ-31512 при введенні певних видів дефектів.

3. Напруження в рамі в точці удару, визначені розрахунками на основі експериментальних віброприскорень, отриманих за допомогою ПАК, збігаються з допустимою похибкою з напруженням у відповідній точці комп'ютерної моделі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Мигаль В.Д. Вібраційні методи оцінки якості тракторів на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.02 / В.Д. Мигаль. – Харків : Харківський національний автомобільно-дорожній ун-т, 2003. – 32 с.
2. Троценко В.Т. Трещиностойкость металлов при циклическом нагружении / В.Т. Троценко, В.В. Покровский, А.В. Прокопенко. – К. : Наукова думка, 1987. – 251 с.
3. Проскуряков В.Б. Динамика и прочность рам и корпусов транспортных машин / В.Б. Проскуряков. – Л. : Машиностроение, 1972. – 229 с.
4. Ясній П.В. Пластично деформовані матеріали: втoma і тріщинотривкість / П.В. Ясній. – Л. : Світ, 1998. – 292 с.
5. Зубинский А. Микроэлектромеханика / А.Зубинский // Компьютерное обозрение 17.03.2005.
6. Грабар И.Г. Современные методы и средства сбора, сохранения и обработки информации на разных этапах создания подвески транспортных средств / И.Г. Грабар, С.В. Мельничук, В.Н.

- Иванченко // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2007* : сб. науч. тр. по материалам междунар. научно-практ. конф. – Т. 1 / Транспорт. – С. 55–60.
7. Електронний ресурс. Режим доступу : http://www.gaw.ru/html/cgi/txt/ic/Analog_Devices/sensor/axelerometr
8. *Kocks K. On Track with MEMS / K.Kocks // Avionics Magazine. – January. – 2006.*
9. *Пастушенко С.М. Вища математика: довідник для студентів вищих навчальних закладів : навч. посібн. / С.М. Пастушенко, Ю.П. Підченко. – 4-е вид. – К. : Діал., 2006. – 464 с.*
10. *Ларионов Д. Акселерометры компании Analog Devices / Д.Ларионов // Электронные компоненты. – 2005. – № 11. – 125–129 с.*

ГРАБАР Іван Григорович – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Житомирського національного агроекологічного університету, завідувач кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- міцність конструкцій;
- нелінійні явища та моделі;
- синергетика;
- нові технології, екологія.

ІВАНЧЕНКО Василь Миколайович – аспірант кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- програмно-апаратні комплекси для вимірювань, обробки та збереження кінематичних та динамічних характеристик технічних систем.

ТИТАРЕНКО Володимир Євгенович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- живучість рамних конструкцій машин у реальних умовах експлуатації;
- сучасні енерго- та ресурсозберігаючі технології;
- конструювання та випробування машин і обладнання.

САМОРИЗ Валерій Вікторович – магістрант Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- міцність конструкцій машин;
- нові технології виготовлення та ремонту машин.

Подано 20.05.2010