

Ройзман В. П.

Чоловський Р. Г.

*Хмельницький
національний
університет*

Royzman V. P.

Cholovsky R. G.

*Khmelnytskyi National
University*

УДК 621.19.10

БЕЗКООНТАКТНИЙ СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙ

Розроблено спосіб безконтактного вимірювання вібрацій, який спрощує процес вимірювання параметрів коливань та визначення форм коливань для обертових та не обертових об'єктів. Для реєстрації коливань об'єкта використовується швидкісна відеокамера, а амплітуда, частота та форма коливань як обертових, так і не обертових об'єктів визначаються за допомогою обробки відеозаписів на персональному комп'ютері.

Ключові слова: вібрація, коливання, високошвидкісна відеозйомка, вимірювання коливань, амплітуда, форма коливань радіотехніка, блок РЕЗ.

Постановка проблеми. Під час досліджень коливальних процесів деяких механізмів, апаратів та машин з обертовими роторами постає необхідність у безконтактному вимірюванні параметрів вібрацій. Існує велика кількість приладів, які реалізують спосіб безконтактного вимірювання за допомогою ультразвукових, лазерних та інших електромагнітних коливань. Недоліком цих способів є оригінальність апаратури, яка використовується, а значить і її висока ціна, складність налаштування, обмеженість у визначенні деяких параметрів.

Основні результати дослідження. Для спрощення процесу вимірювання

параметрів коливань та визначення форм коливань для обертових та не обертових об'єктів розроблено спосіб за допомогою якого реєстрація коливань об'єкта проводиться за допомогою швидкісної відеокамери. Відеокамера з електронним перетворювачем зображення здатна зафіксувати кадр за час від 1/50 сек до 1/10000 сек, що дозволяє переглядати та детально вивчати кожний кадр окремо без ефекту "розмазування". Амплітуда, частота та форма коливань як обертових, так і не обертових об'єктів визначаються за допомогою покадрової обробки відеозаписів на персональному комп'ютері. Блок-схема апаратури представлена на рис. 1.



Рис. 1. Блок-схема апаратури

Швидкісна відеокамера встановлюється навпроти об'єкту, що коливається, у площині, перпендикулярній напрямку коливань, на відстані, необхідній для отримання повної картини коливань об'єкту або його окремих елементів. В залежності від частоти коливань

об'єкту, його освітлення вибираються робочі параметри відеозйомки.

Отримані кадри відеозйомки записуються на персональний комп'ютер, що дозволяє неодноразово переглядати відеокадри з записом коливань об'єкта та зберігати у пам'яті



персонального комп'ютера окремі фрагменти у вигляді графічних файлів. Отримані файли обробляються на персональному комп'ютері графічними пакетами, за допомогою яких графічними методами визначається амплітуда коливань. Для визначення частоти коливання об'єкту отриманий відеозапис обробляється за допомогою програм для обробки відеозображень. Використання таких програм дозволяє уповільнити відеозапис до швидкості, при якій зручно підраховувати кількість коливань об'єкта за певний проміжок часу. Нескладним перерахунком з врахуванням ступеня уповільнення відеозапису визначається частота коливань.

Спосіб було випробувано при дослідженні коливань плат електронного блока етажерочної конструкції на вібростенді та при дослідженні коливань обертюв роторів – центрифуг прально-віджимних машин, що дало

змогу з більш великою точністю виміряти форми та амплітуди коливань об'єктів на всьому робочому діапазоні.

Схема установки, для проведення досліджень представлено на рис. 2. Блок РЕА етажерочної конструкції встановлено без амортизаторів на столі вібростенда. Блок представляє із себе: стрижневий каркас, із прикріпленим до нього тонкими стінками-пластинами. В блок вставлено приблизно 15-20 друкованих плат, паралельно один до одного, з відстанню між ними 5-7мм. На платах видно елементи підвісного монтажу: резистори, діоди, транзистори, мікросхеми і т.д. Під час проведення досліджень спостерігалися коливання плат при частотах збурення 60...100 Гц.

Деякі кадри відеозйомки коливань типового блока авіаційної радіоелектронної апаратури представлені на рис. 3.

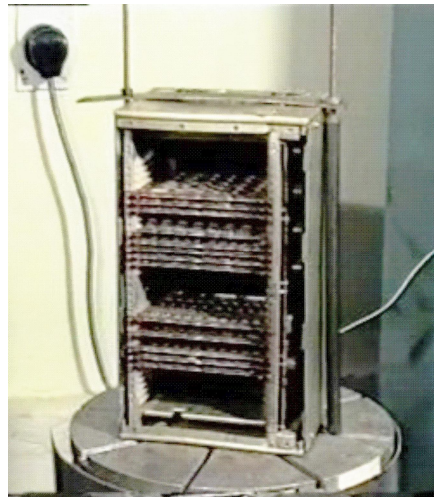
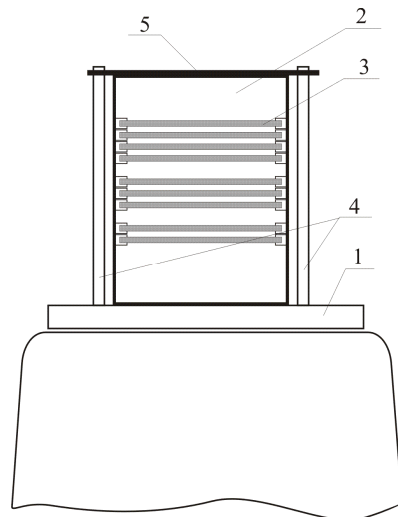
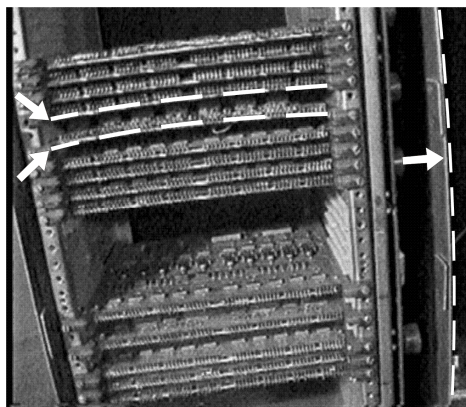
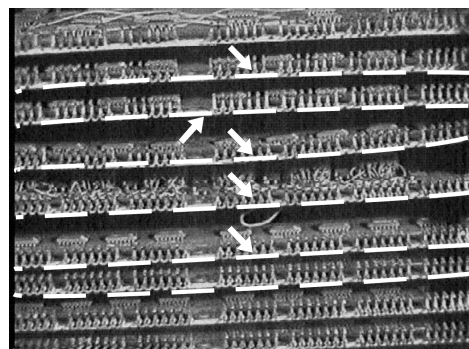


Рис. 2. Установка блока на столі вібростенда:
1 – стіл вібростенда; 2 – блок РЕЗ; 3 – друковані плати;
4 – стійки кріплення; 5 – планка прижимна

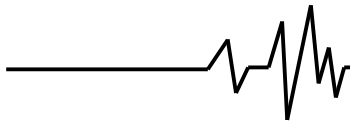


а)



б)

Рис. 3. Коливання друкованих плат на частоті збурення: а – 70 Гц, б – 85 Гц



Аналіз отриманих кадрів відеозйомки показав, що спостерігається безліч резонансів окремих плат, груп плат, встановлених на них окремих елементів, стінок корпусів, конструкцій у цілому (рис 3 - а, б). Амплітуди коливань на окремих резонансах перевищували зазор між платами, рівний 5мм, і при уповільненому відтворенні картини коливань на екрані дисплея можна було спостерігати зіткнення плат при їх протифазових коливаннях. Амплітуди коливань плат на резонансах у десятки разів перевищували амплітуди коливань столу вібростенда. На окремих платах спостерігалися знакозмінні рухи монтажних дровтів, що, врешті, призведе до їх відриву. Огляд блока показав, що кріплення деяких

друкованих плат вийшли з ладу, поперечні стійки деформовані.

Також, означений спосіб було використано для дослідження поведінки робочих тіл (рідини та твердих тіл) в автобалансуючому пристрої на роторах з горизонтальною та вертикальною віссю обертання. Обробка отриманих відеозаписів на комп'ютері дозволила детально дослідити поведінку робочих тіл на дорезонансних, резонансних та зарезонансних частотах обертання ротора, та виявити протиріччя між теорією та практикою автоматичного балансування за допомогою порожнистої камери, частково заповненої робочими тілами (рис. 4).

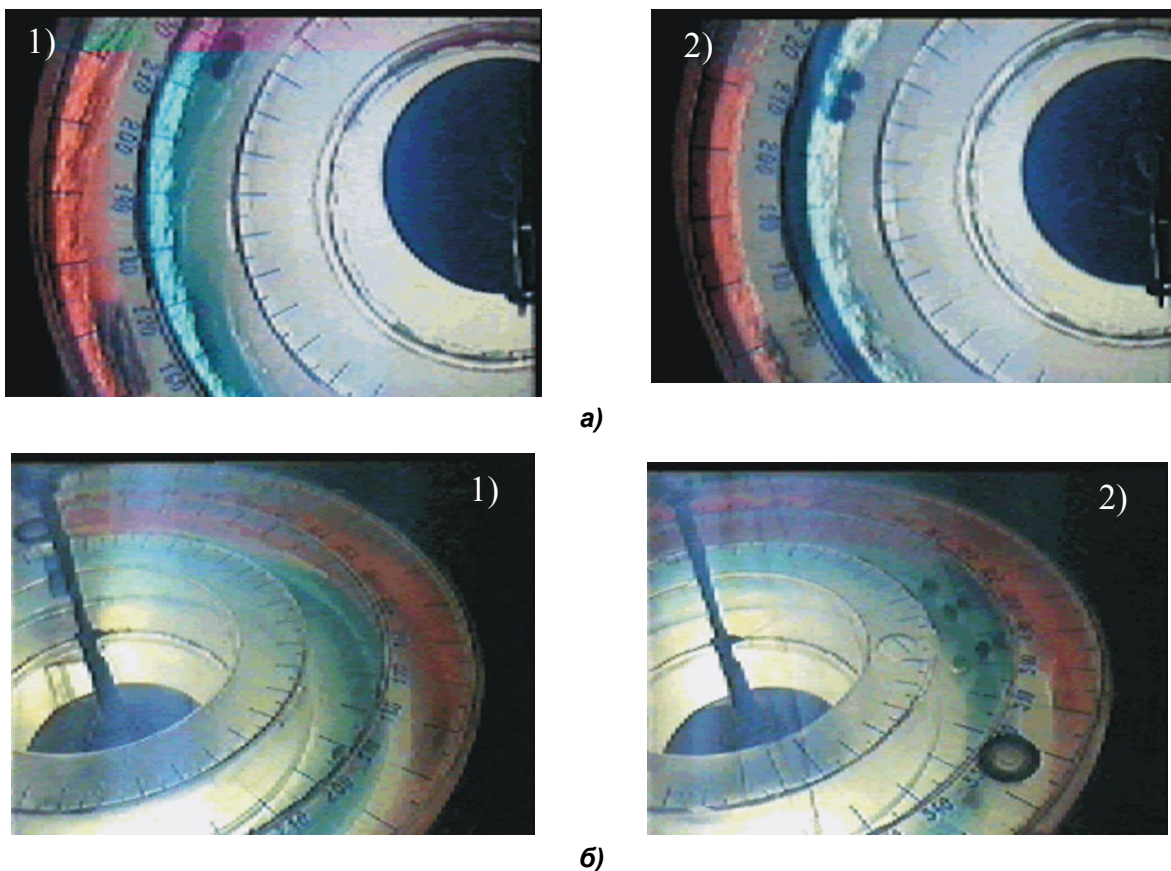


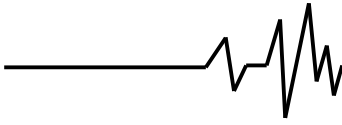
Рис. 4. Дослідження роботи автобалансуючого пристрою

Висновки. Наочність та простота методу дозволяє візуально визначити форми коливань об'єкту не використовуючи складного оригінального обладнання та не вносячи ніяких змін у систему, що коливається.

Розроблений спосіб також планується використовуватись при проведенні лабораторних робіт з дисципліни "Механічний вплив та захист РЕЗ" для студентів спеціальності "Радіотехніка", "Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси".

Список використаних джерел

1. Основы балансировочной техники. В 2-х томах. / Под ред. В. А. Щепетильникова – М. : Машиностроение. – 1975, – 679 с.
2. Ден.-Гартог Дж. П. Механические колебания./ Дж. П. Ден.- артог – М. : Физматгиз, 1960. – 580 с.
3. Гусаров А. А., Сусанин В. И., Сусанин Ю. И. Автоматическое уравнивание роторов с применением



следящих систем // Колебания и балансировка роторных систем. – М. : Наука, 1974. – С. 101–106.

4. Болгов И. В., Кошева Л. И., Плюшко А. А. Исследование вибрационных характеристик электробытовых изделий // Эксплуатация и ремонт бытовой техники и технологического оборудования предприятий бытового обслуживания населения: Сб. трудов. – М. : МТИ, 1980. – №40. – С. 20–34.

5. Silin R., Royzman V., Malygin A., Borko I., Tholovsky R. The research the automatic balancing Process of Rotors with vertical axis of rotation // Tenth world congress on the theory of machine and mechanisms, Oulu, Finland, 1999.

Список джерел в транслітерації

1. Osnovyi balansirovochnoy tehniki. V 2-h tomah. / Pod red. V.A. Schepetilnikova – М.: Mashinostroenie. – 1975, – 679 s.

2. Den.-Gartog Dzh. P. Mehanicheskie kolebaniya. / Dzh. P. Den.-Gartog – М.: Fizmatgiz, 1960. – 580 s.

3. Gusarov A.A., Susanin V.I., Susanin Yu.I. Avtomaticheskoe uravnoveshivanie rotorov s primeneniem sledyaschih sistem // Kolebaniya i balansirovka rotornyih sistem. – М.: Nauka, 1974. – С. 101–106.

4. Gusarov A.A., Susanin V.I., Susanin Yu.I. Avtomaticheskoe uravnoveshivanie rotorov s primeneniem sledyaschih sistem // Kolebaniya i balansirovka rotornyih sistem. – М.: Nauka, 1974. – С. 101–106.

5. Silin R., Royzman V., Malygin A., Borko I., Tholovsky R. The research the automatic balancing Process of Rotors with vertical axis of rotation // Tenth world congress on the theory of machine and mechanisms, Oulu, Finland, 1999.

БЕСКОНТАКТНЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИЙ

Аннотация. Разработан способ бесконтактного измерения вибраций, упрощающий измерение параметров колебаний и определения форм колебаний для вращающихся и невращающихся объектов. Для регистрации колебаний объекта используется скоростная видеокамера, а амплитуда, частота и форма колебаний вращающихся и невращающихся объектов определяется с помощью обработки видеозаписей на персональном компьютере.

Ключевые слова: вибрация, колебания, высокоскоростная видеосъемка, измерение колебаний, амплитуда, форма колебаний, радиотехника, блок РЭА.

NON-CONTACT METHOD OF MEASURING VIBRATION PARAMETERS

Annotation. The method for non-contact measuring vibrations which simplifies process of measuring oscillation parameters and defining oscillation forms for rotating and non-rotating objects has been developed. The video recording object oscillations is performed by using the high-speed camera, their amplitude, frequency and form, both for rotating and non-rotating objects, are defined by processing data of video records on personal computer.

Key words: vibration, oscillation, high-speed video recording, measuring oscillations, amplitude, oscillation form, electronics, electronic unit.