

УДК 675.92.057

О.О.Нікітін, О.С. Дробот

Хмельницький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ ШВИДКІСНОЇ ВІДЕОЗЙОМКИ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНИХ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ

В роботі наведені приклади використання швидкісної відеозйомки як безконтактного методу вимірювання розмірів та технологічних параметрів.

Ключові слова: *швидкісна відеозйомка, відеокамера, частота зйомки, технологічні параметри.*

Вступ.

Сучасне виробництво вимагає швидких та якісних вимірювань технологічних параметрів. Забезпечити це можуть досконалі вимірювальні прилади, однак складна робота механізмів, значні робочі швидкості, а також недоступність об'єкта часто ускладнюють цей процес. В таких випадках доцільно використовувати безконтактні методи вимірювань, які можна реалізувати з допомогою швидкісної відеозйомки.

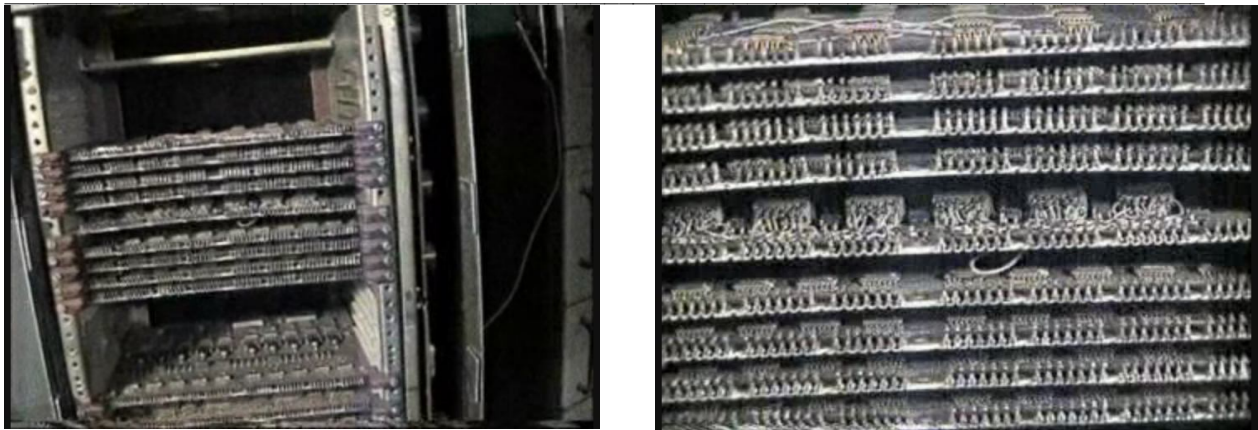
Об'єкт досліджень –відеокамера для дослідження та вимірювання параметрів швидкоплинних технологічних процесів.

Предмет досліджень- швидкоплинні технологічні процеси при роботі автобалансуючих пристроїв, компресорів, висадочних автоматів; охолоджуючих рідин тощо.

Метою роботи є ознайомлення вчених та спеціалістів в галузі метрології та вимірювальної техніки з одним із безконтактних методів вимірювання швидкоплинних процесів з допомогою швидкісної відеозйомки.

Результати досліджень.

Відеокамера з електронним перетворювачем зображення здатна зафіксувати кадр за час від 1/50 до 1/ 8000 с. Відзнятий матеріал комп'ютеризується тому переглядати та детально вивчати кожний кадр окремо можна без ефекту „розмазування”. Отримані кадри відеозйомки записуються на персональний комп'ютер (ПК) за допомогою відеокарти з відеозахватом, що дає можливість неодноразово переглядати відеокадри з записом переміщень об'єкта та зберігати у пам'яті ПК окремі фрагменти у вигляді графічних файлів. Отримані файли обробляються на ПК графічними пакетами, за допомогою яких графічними методами визначається характер руху об'єкта. Для визначення частоти коливань об'єкту отриманий відеозапис обробляється за допомогою програм для обробки відеозображень. Використання таких програм дозволяє уповільнити відеозапис до швидкості, при якій зручно підрахувати кількість коливань об'єкта за певний проміжок часу. Нескладним перерахунком з урахуванням ступеня уповільнення відеозапису визначається частота коливань та вимірюється їх амплітуда. Цей метод використано при дослідженні коливань плат в блоці радіоелектронної апаратури.



а)

б)

Рис.1. Вигляд плат

а) без дії вібрацій; б) при дії вібрацій.

Швидкісна відеокамера була встановлена навпроти об'єкту, що коливається в площині, перпендикулярній напрямку коливань на відстані, необхідній для отримання повної картини коливань об'єкту або його окремих елементів. Схема розташування апаратури для вимірювання параметрів вібрацій плат, розташованих в блоці РЕА за допомогою вібро і тензодатчиків представлена на рис.2.

За допомогою вібродатчиків, тензодатчиків, підсилювачів, узгодженого пристрою, осцилографа реєстрували прискорення коливань плат і напруження в платах П1 і П2. Об'єкт освітлювали лампою розжарювання в 1 кВт. В залежності від частоти коливань об'єкту на відеокамері вибирається робоча швидкість відеозйомки. Таким чином проводили паралельну візуальну реєстрацію коливань плат П1 і П2.

Отримані кадри відеозйомки записували на ПК за допомогою відеокарти з відео захватом. Це 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 оброблялись за допомогою графічного пакету Auto Cad, де графічними методами визначали амплітуду коливань.

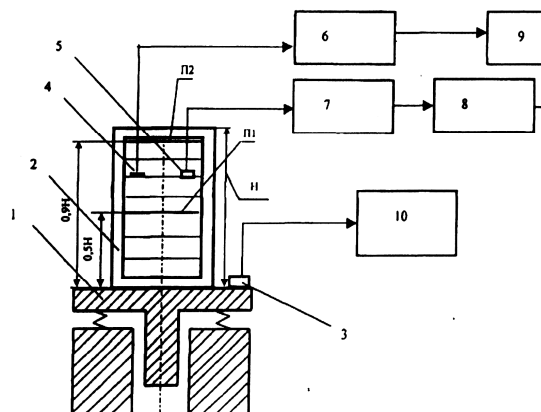


Рис.2 Блок –схема розміщення апаратури для вимірювання параметрів вібрацій плат за допомогою вібро і тензодатчиків.

- 1) стіл вібростенда; 2) блок; 3) вібродатчик; 4) тензодатчик; 5) вібродатчик;
- 6) підсилювач 8АНЧ-26; 7) узгоджувальний пристрій; 8) підсилювач « Амфітон»;
- 9) осцилограф Н-115; 10) мілівольтметр.

На рис.3 представлена схема розташування апаратури для вимірювання параметрів вібрацій плат, розташованих в блоці РЕА за допомогою швидкісної відеозйомки.

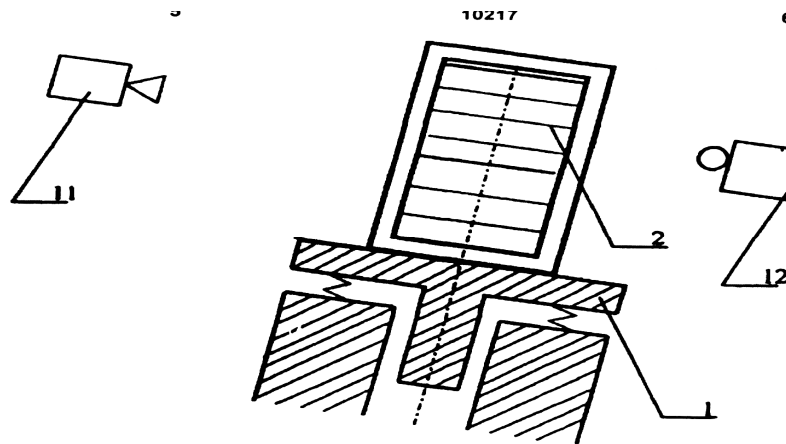


Рис.3 Блок –схема розміщення апаратури для вимірювання параметрів вібрацій плат за допомогою швидкісної відео зйомки.

- 1) стіл вібростенда; 2) блок; 3,5) вібродатчики; 4) тензодатчик; 6) підсилювач;
7) узгоджувальний пристрій; 8) підсилювач; 9) осцилограф; 10) мілівольтметр;
11) відеокамера; 12) лампа розжарювання.

За допомогою вібродатчиків, тензодатчиків, підсилювачів, узгодженого пристрою, осцилографа реєстрували прискорення коливань плат і напруження в платах П1 і П2. Об'єкт освітлювали лампою розжарювання в 1 кВт. В залежності від частоти коливань об'єкту на відеокамері вибирається робоча швидкість відеозйомки. Таким чином проводили паралельну візуальну реєстрацію коливань плат П1 і П2.

Отримані кадри відеозйомки записували на ПК за допомогою відеокарти з відео захватом. Це 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 оброблялись за допомогою графічного пакету AutoCad, де графічними методами визначали амплітуду коливань.

Обробка осцилографічної стрічки дозволила визначити частоту коливань об'єкту, а порівнявши кадри відеозапису з стрічкою осцилографа, визначили амплітуду коливань на цих частотах. Наочність та простота методу дозволила візуально визначити форми коливань об'єкту, не використовуючи складного спеціального обладнання. Дослідження проведені для плат різного конструктивного виконання: у штатних пластмасових напрямних; на віброізолюючій тканинній стрічці; на віброізолюючій гумовій стрічці; на віброізолюючій тканинній стрічці з демпфером сухого тертя тощо, що дозволило збільшити точність вимірювання амплітуди коливань плат, зафіксувати особливості швидкоплинних процесів, невидимих неозброєним оком в усьому робочому діапазоні і встановити найкращий спосіб кріплення плат - на тканинній стрічці з демпфером сухого тертя.

Завдяки швидкісній відеозйомці виявлено особливості роботи автобалансуючих пристроїв (АБП), які мають широке застосування в пральних машинах, сепараторах, центрифугах тощо. Щоб побачити їх проведені експериментальні дослідження по вивченню автобалансування горизонтального ротора та поведінки рідини в камері АБП. Запуск ротора був синхронізований із запуском шлейфого осцилографа і відеокамери. Сумісна обробка відеозаписів і осцилографічних стрічок дозволила встановити ефективність роботи АБП удосконаленої конструкції, де передбачено радіальні перегородки в балансірі, який встановлено на горизонтальному роторі. Перегородки розділяють камеру АБП на окремі сектори (ємкості), які по периферії з'єднані між собою тонким каналом. Під час проведення відеозйомки в кадрі перебував електронний годинник тому вдалося зафіксувати час і визначити кутову швидкість захвату рідини камерою АБП з перегородками і без них.

Фрагмент відеозйомки захвату рідини камерою АБП з перегородками показано на рис. 4.

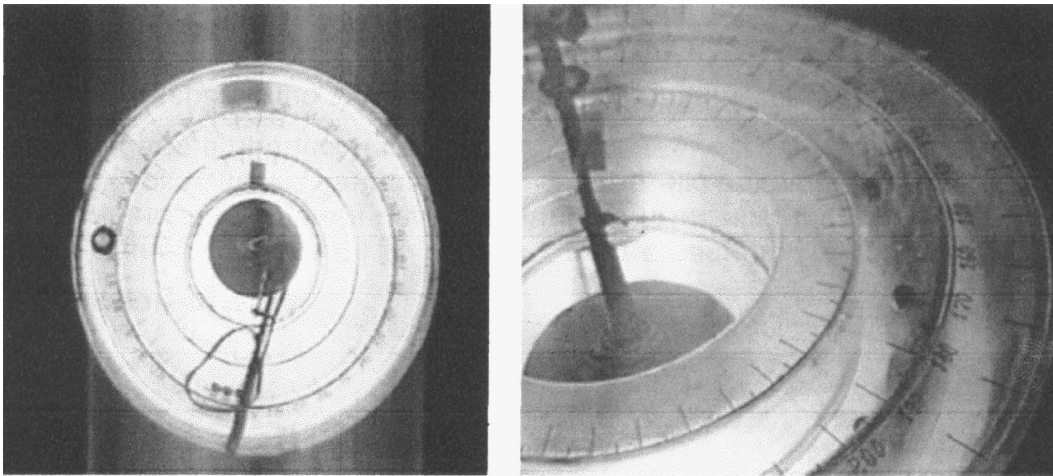


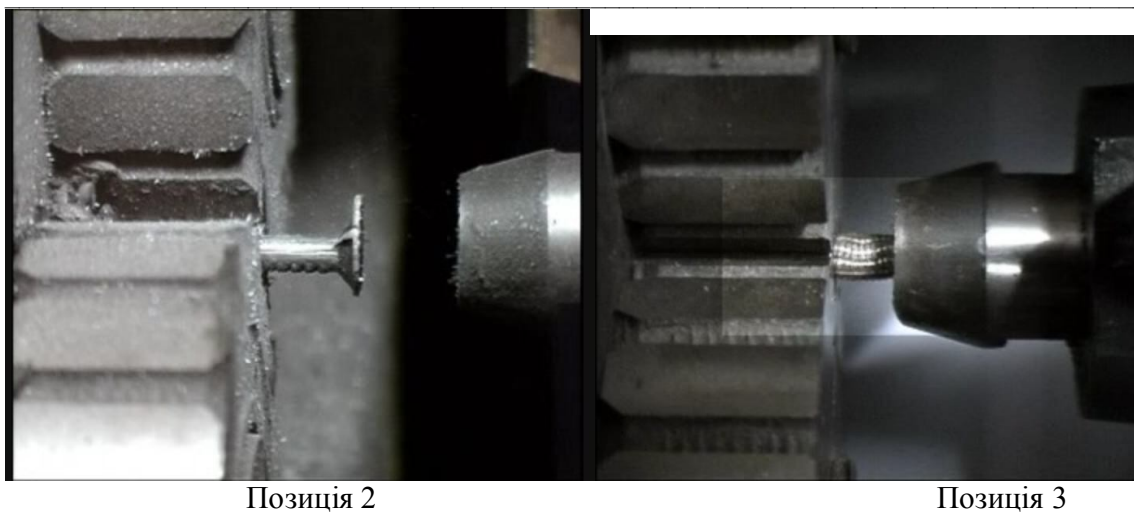
Рис. 4 Фрагмент відеозйомки захвату рідини камерою АБП з перегородками.

Застосування автобалансира з перегородками дозволило зменшити мінімальну кутову швидкість, при якій відбувається захоплення рідини з $\omega = 24 \text{ с}^{-1}$ до $\omega = 19 \text{ с}^{-1}$, внаслідок чого час розгону ротора до робочих обертів знизився з 15 до 8 с. Автобалансири з перегородками проходять резонанс із значно меншими вібраціями. Відеозйомка дозволила встановити якщо при проходженні резонансу рідина ще не встигла встановитись навпроти дисбалансу, то при наявності перегородок її рівномірний розподіл по колу автобалансира майже не порушується (як у випадку з АБП без перегородок) і не впливає на вібрації ротора.

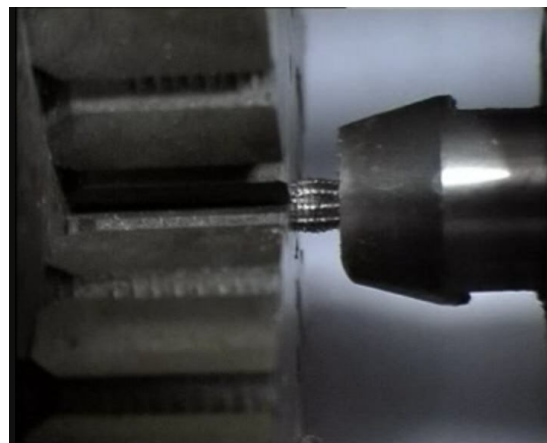
З допомогою високошвидкісної відеозйомки нами досліджено процес холодного об'ємного формування головки цвяха на ковальсько-пресовому автоматі (рис.5,1). Експозиція становила $1 / 8000 \text{ с}$. Аналіз одержаних відеозаписів проводили на цифровому відеомагнітофоні моделі AG DV 2700. Процес формування шляпки цвяха було уповільнено на комп'ютері Pentium – 713.



Позиція 1



а)



Позиція 1

Позиція 2



Позиція 3
б)

Рис.5.Кадри швидкісного відеозапису процесу деформування заготовки під час висадки головки цвяха
а) косий зріз торцю; б) прямий зріз торцю.

При уповільненому огляді на моніторі ПК, одержаних за допомогою відеозйомки результатів, вперше вдалось побачити процес втрати стійкості консольної защемленої частини цвяха під час висадки головки та зафіксувати момент удару, що зумовило переглянути діючий технологічний процес, скорегувавши його на ліквідацію браку по ексцентриситету.

Показано, що під час деформації при наближенні величини прикладеної сили P до $P_{кр}$ різко зростає прогин заготовки. Завдяки швидкісній відео зйомці з'ясовано наскільки значним є вплив ексцентриситету прикладання стискаючої сили. Тобто допустимість чи недопустимість косоного торцю заготовки під час відрізування та гостріння цвяха. Встановлено, що наявність косоного торця заготовки під час відрізування та гостріння цвяха є причиною виникнення ексцентриситету прикладання стискаючих сил (рис.5,а). Кадри показали, що чим меншою є неперпендикулярність торця висаджувальної частини цвяха по відношенню до поздовжньої вісі заготовки, тим асиметричнішою відносно поздовжньої осі цвяха буде його головка (рис.5,б).

Висновок. Метод швидкісної відеозйомки є сучасним безконтактним способом вимірювання технологічних параметрів швидкоплинних процесів та дослідження характеру взаємодії контактуючих тіл.

1. Спосіб безконтактного вимірювання параметрів вібрацій та визначення форм коливань об'єктів. Деклараційний патент на винахід. Бюл. №8 від 15.08 2002. (Ройзман В. П., Чоловський Р.Г. Нікітін О.О.)
2. Спосіб безконтактного визначення раціонального кріплення плат в блоці радіоелектронної апаратури. Деклараційний патент на винахід. Бюл. № 11 від 15.11 2005. (Ройзман В. П., Нікітін О.О., Стрельбіцький В.В.)
3. Результати застосування рідинних автобалансирів на роторі з горизонтальною віссю обертання. //Ройзман В.П. Ткачук В.П. Нікітін О.О.//Сборник трудов УШ Международной научно-технической конференции «Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов» 5-12 декабря 2009. с.19-22. Хургада. Египет.