

УДК 625.92.057

О.О. НІКІТІН, В.П. ОЛЕКСАНДРЕНКО, О.С. ДРОБОТ

Хмельницький національний університет

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ШВИДКІСНОЇ ВІДЕОЗЙОМКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ШВИДКОПЛИННИХ ПРОЦЕСІВ

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

In this work we have overviewed an experience of implementation of a high speed video recording as a tool for the non-contact method of technological parameters measurement.

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

Вступ

Для забезпечення надійної роботи приладів та механізмів потрібна досконала вимірювальна техніка. В сучасному машинобудуванні широко використовують прямі методи вимірювань розмірів та технологічних параметрів, але не завжди їх можна виконати. В таких випадках необхідно застосовувати безконтактні методи вимірювання, які мають ряд переваг, а саме: не контактують з деталями, що є об'єктом вимірювань, тому не змінюють їх масу та не впливають на їх взаємодію.

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

До безконтактних методів вимірювання належить спосіб швидкісної відеозйомки. Раніше для вимірювання технологічних параметрів застосовували кінозйомку. Для кінозйомки використовували швидкісну кінокамеру СКС-1м, яка забезпечувала зйомку з частотою до 4000 кадрів на секунду. Так для вивчення роботи герметичного ротаційного компресора нами був застосований цей метод.

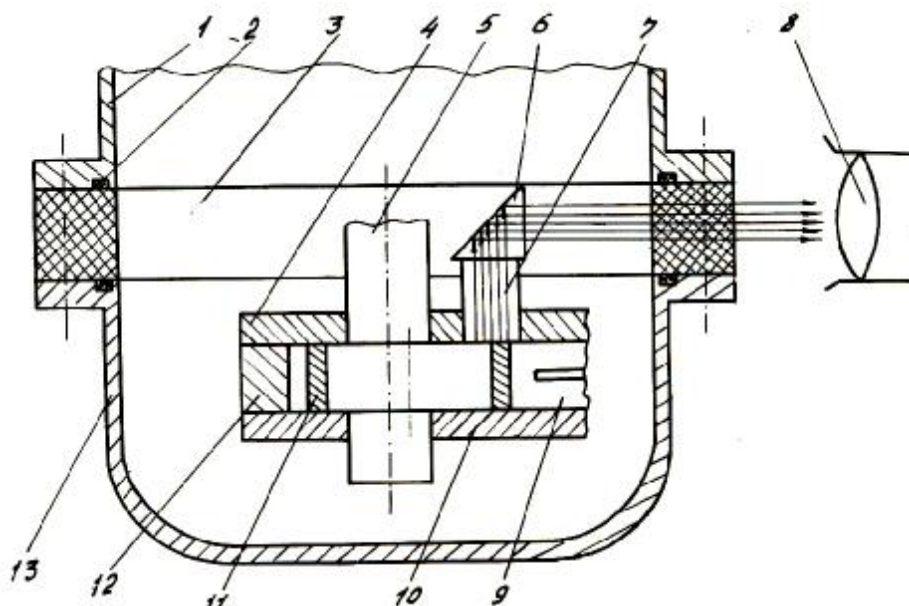


Рис. 1 Оптична схема установки для швидкісної кінозйомки

Досліджувалась кінематика взаємодії елементів холодильного ротаційного компресора ФГр-500-1. Тривалість всієї зйомки та час зйомки одного кадра визначали по відмітнику часу. Крім того з допомогою тахометра фіксували частоту обертання вала електродвигуна. Аналіз результатів кінозйомки був вражаючим. Як з'ясувалось, ротор компресора не котиться по циліндру, як вважали досі, а повільно ковзає, осцилюючи в обидва боки, при цьому результуючий напрямок руху ротора залежать від значень тиску у нагнітачу. Зафіксовано момент схоплювання пар тертя між поверхнями ексцентрика та ротора, що

спричинено недосконалою системою змащування цих поверхонь. Це доводить, що знос елементів компресора відбувається не за рахунок абразивних часточок, а внаслідок недостатнього змащування та недосконалості кінематики механізму руху. З'ясовано характер взаємодії елементів компресора при роботі з повітрям та хладагентом. Проведено значну кількість вимірювань швидкості руху ротора, розраховано сили тертя, що дозволило розробити методику динамічного розрахунку ротаційних компресорів з ротором, що котиться та запропонувати рекомендації по удосконаленню його конструкції.

Для дослідження вібрацій, що відбуваються під час виготовлення та експлуатації елементів радіоелектронної техніки використовують прилади, які реалізують спосіб безконтактного вимірювання за допомогою ультразвукових, лазерних та інших електромагнітних коливань. Однак вони складні в обслуговуванні та ще й мають суттєві обмеження у визначенні таких параметрів, як амплітуда коливань, швидкість руху тощо. Для спрощення процесу дослідження вібрацій об'єктів розроблено метод, за яким реєстрація вібрацій проводиться за допомогою швидкісної відеозйомки. Цей метод дозволяє досліджувати вібрації машин та агрегатів в процесі роботи, виявляти характер коливань та вимірювати їх амплітуду.

Відеокамера з електронним перетворювачем зображення здатна зафіксувати кадр за час від 1/50 до 1/8000 с. Відзнятий матеріал обробляється на комп'ютері 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 з допомогою спеціальних програм, за результатами яких визначається амплітуда коливань. Програма для обробки відеозображень дозволяє також за результатами відеозапису визначити частоту коливань об'єкту. 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 характер, частота коливань та вимірюється їх амплітуда. Спосіб випробувано при дослідженні коливань плат електронного блоку етажерочного типу на вібростенді.

Завдяки швидкісній відеозйомці виявлено особливості роботи автобалансуючих пристроїв (АБП), які мають широке застосування в пральних машинах, сепараторах, центрифугах тощо. Для дослідження цих особливостей нами проведені експериментальні дослідження по вивченню автобалансування горизонтального ротора та поведінки рідини в камері АБП.

Під час проведення експерименту запуск ротора був синхронізований із запуском шлейфового осцилографа і відеокамери. 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. 2.

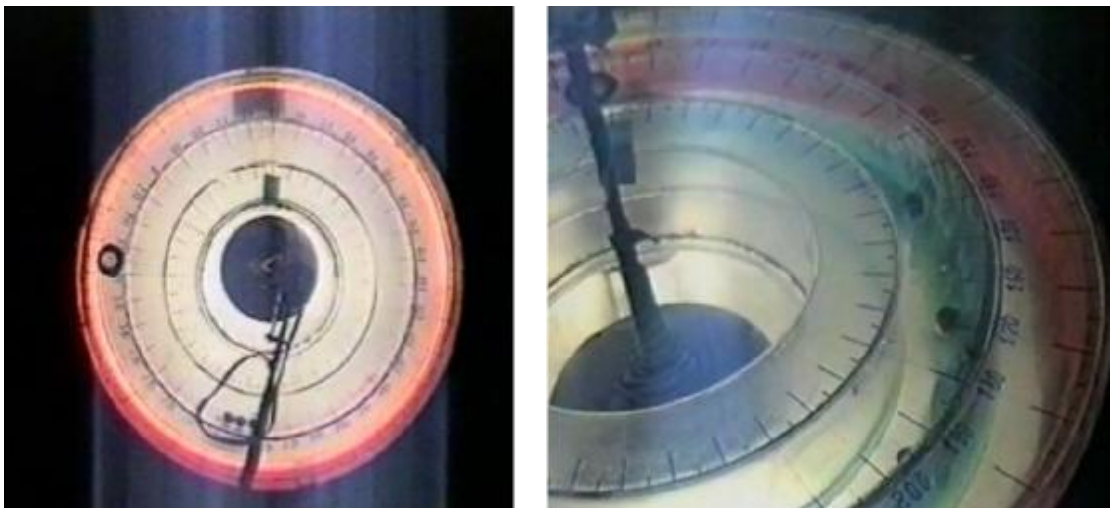


Рис. 2 Фрагмент відеозйомки захвату рідини камерою АБП з перегородками

Застосування автобалансира з перегородками дозволило зменшити мінімальну кутову швидкість, при якій відбувається захоплення рідини з $V = 24\text{c}^{-1}$ до $V = 19\text{c}^{-1}$, внаслідок чого час розгону ротора до робочих обертів зменшився з 15 до 8 с. Виявлено, що автобалансири з перегородками проходять резонанс із значно меншими вібраціями. Відеозйомка дозволила встановити що при проходженні резонансу рідина ще не встигла встановитись навпроти дисбалансу, і 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.

Швидкісна відеозйомка використовувалась при дослідженні процесу лиття полімерних матеріалів

під тиском. Розроблено метод визначення швидкості струмінної течії формуючої рідини при заповненні робочої порожнини.

З допомогою високошвидкісної відеозйомки нами досліджено процес холодного об'ємного формування на холодновисадочних автоматах при утворенні головки цвяха на ковальсько-пресовому автоматі. Експозиція становила 1 / 8000 с. Аналіз одержаних відеозаписів проводили на цифровому відеоманітофоні моделі AG DV 2700. Процес формування шляпки цвяха було уповільнено на комп'ютері Pentium – 713.

При уповільненому огляді на моніторі ПК (рис. 3), 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.

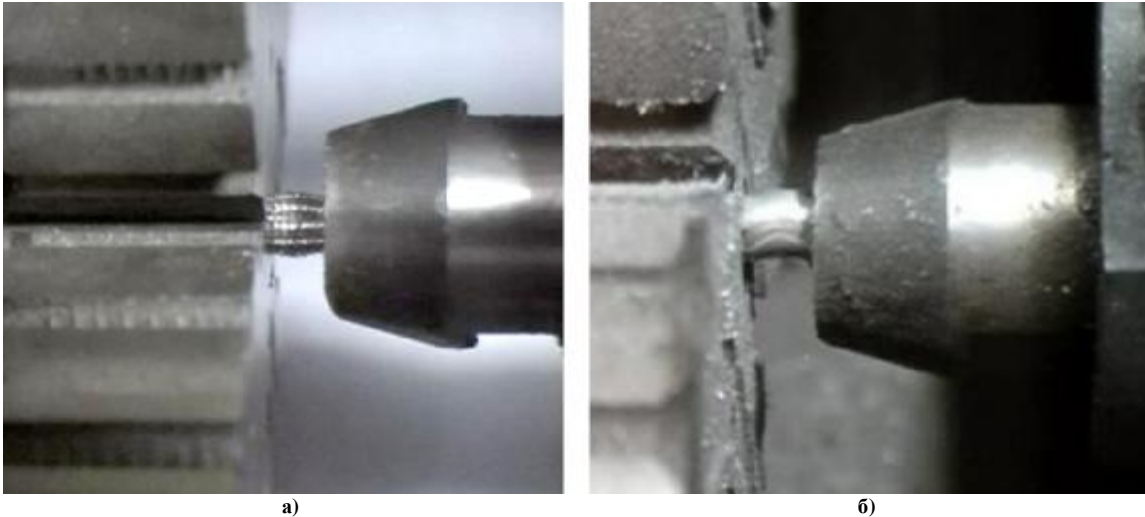


Рис. 3 Кадри швидкісного відеозапису процесу деформування під час висадки шляпки цвяха: а) прямий зріз торця; б) косий зріз торця

Показано, що під час деформації при наближенні величини прикладеної сили P до $P_{кр}$ різко зростає прогин заготовки. Встановлено, що наявність косоного торця заготовки під час відрізання та гостріння цвяха є причиною виникнення ексцентриситету прикладання стискаючих сил.

Приклади використання швидкісної відеозйомки на цьому не завершуються. Цей спосіб успішно використано при дослідженні охолоджуючої здатності рідких середовищ під час проведення гартування сталей для визначення тривалості бульбашкового кипіння, що особливо необхідно для розробки технологічного процесу ступеневого гартування сталі.

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

Література

1. Черменский Г.П. Кинематографический метод исследования взаимодействия элементов герметичного ротационного холодильного компрессора / Черменский Г.П., ИщукВ.И., Никитин А.А // Холодильная техника. – 1987. – № 7. – С.24-25.
2. А.с.1514974 СССР. Открытия. Изобретения. 1989. Бюл. № 38
3. А.с.1652659 СССР. Открытия. Изобретения. 1989. Бюл. № 20
4. Патент 48774 А Україна, МПК G01N17/00. Спосіб безконтактного вимірювання параметрів вібрацій та визначення форм коливань об'єктів / Ройзман В. П., Чоловський Р.Г. Нікітін О.О. – 2001128351; заявл.15.02.2001; опубл. 15.08 2002, Бюл. № 8.
5. Патент 10217 Україна, МПК G01N17/00, F16F15/00. Спосіб безконтактного визначення раціонального кріплення плат в блоці радіоелектронної апаратури / Ройзман В. П., Нікітін О.О., Стрельбіцький В.В. – и 200502268; заявл.14.03.2005; опубл.15.11 2005, Бюл. № 11.
6. Олександренко В.П. Особливості аналізу хімічного складу речовин рентгенофлюоресцентним методом /Олександренко В.П., Дробот О.С., Нікітін О.В // Наукові нотатки. – 2007. – № 20 (2). – С.118-122.
7. Ройзман В.П. 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». Хургада. Египет, 5-12 декабря, 2009г. – Хмельницький- 2009. – С.19-22.

Надійшла до редакції
26.6.2010 р.