

УДК 631.3:620.172

ТЕХНІЧНИЙ СТАН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЙОГО ГОЛОГРАФІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Карабиньош С.С., к.т.н., доцент, Бакаленко П.О., студент
(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

В статті приведено теоретичне вивчення технічного стану сільськогосподарських машин за допомогою голографічних методів (спекл-інтерферометрією та комп'ютерного їх вияву). Представлено технологічні можливості застосування приведених методів неруйнівного контролю, при вивченні особливостей інтерпретації голограм.

Введення. Дослідження технічного стану деталей сільськогосподарських машин за допомогою методів інтеферометрії (комп'ютерної голографії), пов'язане із розвитком оптичних методів. Результати, отримані із голограм, супроводжується значними ускладненнями, пов'язаними з розшифруванням інтеферограм. Характерні зміни поверхневих шарів, які проходять в об'єкті при його навантаженні за період часу між двома експозиціями [1, 2, 3, 6] лазеру є надзвичайно складними. В нашому випадку це дані про мікророзміщення поверхні об'єкту, який досліджують його мікродеформація. Такі деформаційні процеси інтерпретують, при вивченні технічного стану сільськогосподарських машин, як сумарну дію цілої гама більш простих деформацій:

- 1) зміщення деталі як єдиного цілого (паралельне переміщення в напрямках, які лежать в площині цієї поверхні);
- 2) обертання поверхні деталі навколо осей, що розміщені в площині поверхні, а також за ортогональними координатами до цієї площини;
- 3) деформації окремих ділянок поверхні деталі, який вивчають (розтяг, скручування, стиск або згин).

Голограми дає зображення деталі разом із смугами, які є кольоровими, а кожному кольору чи відтінку відповідає певна і визначена масштабом мікродеформація. Смуги є смугами рівних мікродеформацій на всій поверхні тіла, яку досліджують та показують, яким чином розподіляється мікродеформація поверхні під дією створеного навантаженням.

У випадку застосування спекл-інтерферометрії, отримують голограму із тримірним зображенням деталі чи вузла з наявними на голограмі інтерференційними смугами (білими і чорними).

Мета дослідження. Встановити засоби дослідження технічного стану сільськогосподарських машин при розшифруванні інформації, яка отримана голографуванням поверхонь деталей.

Результати досліджень. Експериментально встановлено, що зчитування інформації з інтерференційних смуг безпосередньо із голограми практично неможливий із-за складності ведення підрахунку їх кількості. Було розроблено і запропоновано схему спеціальної установки відеозапису їх переміщення та підрахунку, приведена на рисунку. 1. Дійсну величину вектора деформації в напрямку абсциси чи ординати визначали як кількість інтерференційних ліній, що проходить через певну характерну точку об'єкта на голограмі, при обертанні її навколо відповідної осі на заданий наперед кут. Цей кут рівний куту експозиції при голографуванні. Для дослідження поверхонь деталей сільськогосподарських машин такий кут складає не більше 30° і при збільшенні його значення втрачається значимість отриманих результатів.

Голограму 2 відновлюють за допомогою точкового джерела світла 1. Обертають голограму 2 і одночасно записують її зображення відеокамерою 3, передаючи сигнали на відеорекордер 4.

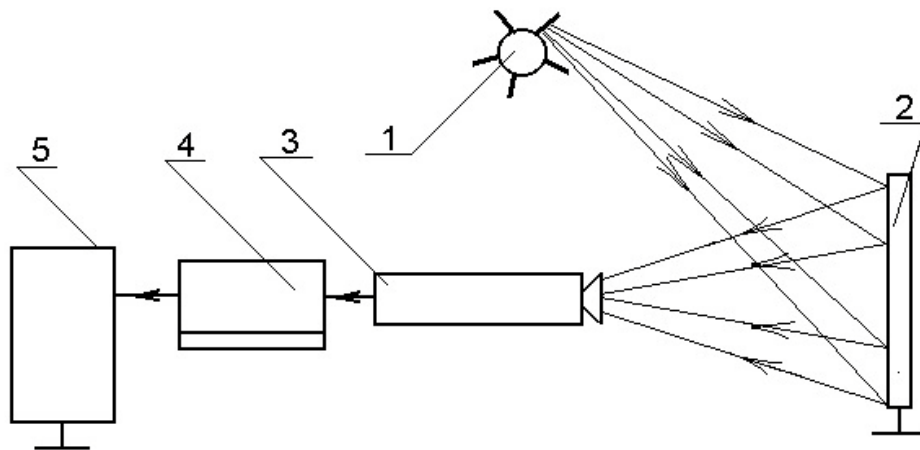


Рисунок - 1 Схема установки відеозапису: 1- точкове джерело світла; 2- голограма; 3- відеокамера; 4- відеорекордер; 5- монітор.

При зміні положення голограми відносно джерела когерентного або точкового світла всі точки смуг рівної деформації (інтерференційні смуги) будуть переміщуватись одночасно на тілі деталі. Фіксуючи їх кількість, що перетинає конкретно встановлені точки, підраховують величину мікродеформації на поверхні деталі, яку досліджують. Знаючи довжину хвилі лазера, кут на який обертають голограму навколо вибраної осі координат (30° – 36°) по обидва боки від осі, відраховують їх кількість, які переміщуються через конкретну точку на поверхні об'єкта. Обертаючи голограму навколо осі Y визначають складову вектора мікродеформації в напрямку осі X, і навпаки - обертаючи навколо X отримують складову вектора в напрямку Y. Величину складової вектора мікродеформації в напрямку осі Z визначали підрахунком кількості інтерференційних смуг на проміжку від нульового рівня до заданої точки.

При підрахунку кількості інтерференційних смуг, що переміщуються через певну точку застосовували монітор 5 або ПК із спеціальним цифровим адаптером.

Таким чином, отримавши числове значення трьох складових вектора мікродеформації, їх напрямки в просторі, визначали величину загального вектора мікродеформації і зв'язаного з ним напруження. Досліджуючи величину кореляції між експериментальними розрахунковими даними для кристалічних тіл, було встановлено її значення, яке, як показали результати розрахунків, не задовольняло твердження про адекватність отриманих математичних моделей реальному процесу. Автором було висунуто гіпотезу про поділ дослідної поверхні на менші ділянки, які охоплювали межі поверхні дослідного виробу із врахування властивостей пограничних зон. В цілому, поверхню інтерференційного поля розбивали на рівномірні за значимістю ділянки, на яких проходять смуги рівних амплітуд величини мікродеформації. При розрахунках величина однієї із ординат залишалася постійною, а значення іншої рівномірно змінювали.

Проведені розрахунки вказали на необхідність враховувати граничні умови при переході від однієї обмеженої поверхні до іншої. Теоретично встановлено та експериментально підтверджено необхідність визначати в граничних зонах поверхонь значення математичного сподівання визначеного від сукупної маси значень мікродеформації. Математична обробка даних за допомогою ПК дозволила встановити моделі мікродеформування або руйнування тіл в просторі, за допомогою математичних моделей, які адекватно описують реальні процеси

Існує можливість вивчати фізичні процеси мікродеформування не дискретно – точка від точки, а інтегрально, оцінюючи стан всієї поверхні. Кількість складових моделей загального опису залежала від необхідної точності, заданої наперед, із похибкою не більше $\epsilon = 0,1 - 0,3$. Вона була перевірена за допомогою величини значення коефіцієнта відповідності реальним процесам. Записано для кожної поверхні деформування стільки моделей ($U_1; U_2 \dots U_n; V_1; V_2 \dots V_k; W_1; W_2 \dots W_m$) на скільки рівнозначних частин було поділено поверхню деформованого тіла. Кількість взаємозв'язаних поверхонь залежить від складності процесу деформування і, відповідно, від складності отриманої голографуванням загальної поверхні, адекватність математичної моделі з якої повинна бути перевірена в кожному конкретному випадку. Для кожної, отриманої розсіченням поверхні, будують математичну модель і перевіряють її на адекватність реальному процесу за встановленими критеріями.

Для вирішення цієї проблеми отриманої експериментально інформації недостатньо, потрібна математична обробка експериментальних даних. Відомо [4, 5], що маючи функцію зміни поверхневої мікродеформації тіла відносно координат, проставлених на деталі, то взявши першу похідну із знайденого виразу, отримаємо тензори:

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\partial U}{\partial x}; \quad \varepsilon_{yy} = \frac{\partial V}{\partial y}; \quad \varepsilon_{zz} = \frac{\partial W}{\partial z}, \quad (1)$$

а напруження, відповідно визначимо із рівнянь:

$$\sigma_{xx} = \frac{\partial U}{\partial x} E; \quad \sigma_{yy} = \frac{\partial V}{\partial y} E; \quad \sigma_{zz} = \frac{\partial W}{\partial z} E \quad (2)$$

Рівняння (2) складають три основних вектора напружень на поверхні деформованого тіла, згідно до закону Гука. При необхідності, визначали кожен компонент вектора напружень в просторі, користуючись залежностями, як вирази:

$$\sigma_{xy} = \left(\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} \right) E; \quad \sigma_{xz} = \left(\frac{\partial U}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial x} \right) E; \quad (3)$$

$$\sigma_{yx} = \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) E; \quad \sigma_{yz} = \left(\frac{\partial V}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial y} \right) E \quad (4)$$

$$\sigma_{zx} = \left(\frac{\partial W}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial z} \right) E; \quad \sigma_{zy} = \left(\frac{\partial V}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial y} \right) E; \quad (5)$$

Висновки. Теоретичні передумови необхідно використовувати при вивченні мікродеформування та, відповідно, напруженого стану в деталях виготовлених із різнорідних матеріалів. До них входять: вали: колінчасті, гладкі та шліцові— виготовлені із середньо, високовуглецевих сталей та сплавів, термічно оброблені і без обробки; корпусні деталі: картери двигунів внутрішнього згорання, головки блоків, корпуси коробок передач, роздавальних коробок та мостів і трансмісій, виготовлені в основному із чавунів сірих, ковких, модифікованих та легованих, а також із алюмінієвих та магнієвих сплавів, деталі профільні сільськогосподарських машин лемеші, відвали, культиваторні лапи, диски сошників і копачів, виготовлені із сталі, шестерні, зірочки, зубчасті колеса, черв'яки і черв'ячні колеса, виготовлені із чавуну, сталі, бронзи та латуні, деталі литвоні та меліоративної техніки, систем водо-, газозабезпечення, виготовлені із: поліетилену, поліаміду, вуглепластиків, армованих пластмас; робочі органи обладнання для переробки сільськогосподарської сировини: вальці, решета, шнеки гомогенізатори, виготовлені із високо легованих нержавіючих сталей, чавунів та сплавів; траки гусениць, ведучі і направляючі колеса, котки, балансири; вироби із дерева та інше.

Список літератури:

1. Boone P, Vanspeybroeck Ph., Karabinesh S.S. Brittle crack propagation in plastics pipes analyzed by holographic interferometry.- Brussels, Nondestructive testing and image processing, S.S., 1993. - Session 5 - P.325-334
2. Роберт К.Ерф. Голографические неразрушающие исследования. /Пер. с англ.. - М.: Машиностроение, 1979. - 446 с.

3. Островский Ю.И. Голография и ее применение. - Л.: Наука, 1973, - 320 с.

4. Цурпал И.А. Кратный курс сопротивления материалов. - К.: Вища школа, 1980. - 311 с.

5. Карабиньош С.С. Визначення мікродеформацій в поверхневих шарах деталей голографічними методами /С.С.Карабиньош// Вісник ХНТУ, 2009, Випуск 39. – С.378-380.

6. Карабиньош С.С. Обґрунтування дослідження технічного стану сільськогосподарських машин голографічними методами/С.С.Карабиньош//. - Глеваха, 2006, ННЦ „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства, Випуск 90.- С. 165-17.

Аннотация

Техническое состояние сельскохозяйственных машин и определения его голографическими методами

Карабинеш С. С., Бакаленко П. О.

В статье приведено теоретическое изучение технического состояния сельскохозяйственных машин с помощью голографических методов (спекл-интерферометрией и компьютерного их проявления). Представлены технологические возможности применения приведенных методов неразрушающего контроля, при изучении особенностей интерпретации голограмм.

Abstract

Technical state of agricultural machines and determination of him by holographic methods

Karabinish S.S., Baralenko P.O.

In the article a theoretical study over of the technical state of agricultural machines is brought by means of holographic methods (specl - interferometry and their computer display). Technological possibilities of application the brought methods over of non-destructive control are presented, at the study of features of interpretation of holograms.