

**Карабиньош С.С.**

**Буряк В. О.**

Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
м.Київ, Україна

**E-mail:** karabinioshss@ukr.net

**КОМП'ЮТЕРНА ГОЛОГРАФІЯ – ЗАСІБ  
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ  
СІЛЬСЬКО І ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ  
МАШИН**

*УДК 631.3:360.172.21*

Розглянуто питання реалізації комп'ютерної голографії, як засобу, при визначенні допустимого технічного стану деталей сільськогосподарських машин як методу неруйнівного контролю та дефектування. Приведено приклад голограми та математичну модель поверхні мікродеформування деталі.

**Ключові слова:** голографія, сільськогосподарські машини, деталь, поверхня, мікродеформування, дефектування, технічний стан.

### **Актуальність проблеми**

Розширення можливостей інтеферометрії (комп'ютерної голографії), зв'язане із розвитком оптичних методів дослідження технічного стану сільськогосподарських машин та їх складових частин, супроводжується значними ускладненнями, пов'язаними з розшифруванням інтеферограм.

У сучасних дослідженнях було складено вирішення важливої проблеми – дослідити процес і пов'язану із ними появу полів мікродеформування на поверхні виробу без його руйнування. У цьому випадку створювалися умови допустимого навантаження і відповідно – допустимого технічного стану виробу, коли натуральний взірець або реальну деталь не руйнували, а запис голограми проводили в момент появи і розвитку мікродеформацій [3, 5]. Голограма відтворювала кінетику розвитку процесу в тримірному зображенні, де всі елементи дослідження знаходилися в реальному часі і реальних розмірах, що дало можливість фіксувати три компонента вектора мікродеформації. Такі експериментальні дослідження для встановлення допустимих значень технічного стану проводили згідно розробленої методики проводилися вперше і мають вагомий науковий інтерес.

### **Аналіз останніх публікацій за даною проблемою.**

Як показав аналіз результатів досліджень проведених вченими: Кряжковим В.М., Бойко А.І., Міхліним В.М., Буне П.М., Хижняком А.І., Марковим В.Б. та ін. [2, 3, 4] величини допустимих значень технічного стану, характеристики металів, визначаються з одного боку конструктивними параметрами, а з іншого – їх властивості. Фізико-механічні властивості робочих поверхонь матеріалів деталей відрізняються порівняно невеликими значеннями розсіювання величин, які відповідають величинам та видам навантажень, мікродеформування, подовженості навантаження і можуть бути представлені в досить вузькому інтервалі розсіювання при допустимому стані робочих поверхонь деталей.

Створення комп'ютерної голограми дає зображення об'єкта дослідження разом із кольоровими смугами, а кожному кольору чи відтінку відповідає певна і визначена масштабом голограми мікродеформація. Ці смуги відповідного кольору чи його відтінку є смугами рівних мікродеформацій на всій поверхні тіла, яку досліджують виробу і показують, яким чином розподіляється мікродеформація поверхні під певним наванта-

женням [1, 2].

### Методический подход в проведении исследований

Метою досліджень було визначення допустимого технічного стану деталей сільськогосподарських машин за допомогою комп'ютерної голографії.

Характерні смуги на голограмах характеризуються отриманням інформації про зміни поверхневих шарів, які проходять в об'єкті за період часу між двома експозиціями лазера. В нашому випадку це дані про зміщення поверхні об'єкту, який досліджують, – його мікродеформація. Складні переміщення або деформаційні процеси можливо інтерпретувати, при вивченні технічного стану сільськогосподарських машин, як сумарну дію цілої гами більш простих рухів:

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

Мінімум мікродеформації і відповідно мінімуму напружень відповідають ділянки із мінімальною відтвореною інтенсивністю світлових смуг. На комп'ютерних голограм ці смуги середнього діапазону світлового спектру, на що вказують масштаби приведені на голограмах. Вивчаючи голограми (комп'ютерні) для кожного виду навантаження і типу деталей. Зміщення кольорових смуг на голограмі свідчить про наявність пошкоджень або дефектів. Різка зміна кольору також дає інформацію про наявність пошкоджень або дефектів. Як було встановлено експериментальним шляхом, наявність концентратора напружень, залишкових напружень свідчить про знаходження дефекту під конкретною поверхнею.

Про дані визначення служать результати експериментальних досліджень, що характеризуються стабільність комп'ютерних голограм. При проведенні досліджень, наприклад: елементи досліджуємої деталі (рис. 1) із 25 кратною повторністю, комп'ютерна голограма фіксувала практично подібну картину, що дало можливість стверджувати, дана деталь виготовлена без наявних дефектів, має параметри в межах допустимих і може бути ефективно експлуатуватися на протязі визначеного періоду часу. Дослідження проводили з використанням лемешів плугів, які використовуються при обробці ґрунту в сільськогосподарських і лісогосподарських підприємствах

Важливою особливістю комп'ютерних голограм є те, що вони дають інформацію про розподіл мікродеформацій на поверхні деталі, яку досліджують. 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  $\beta = 0.1 - 0.3$ . 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.

Деталь було навантажено у відповідності до розробленої методики (спочатку

диференційовано, потім комплексно). Такий вид навантаження відповідає експлуатаційним умовам використання досліджуваних деталей сільськогосподарських машин. Наявність на кожній голограмі масштабу дозволяє визначити величини мікродеформації в кожній точці досліджуваної деталі, розробити математичну модель, яка дозволяє адекватно реальним даним описати процес мікродеформування під дією визначеного за формулою, видом та величиною навантаження. Математична модель у тримірному зображенні, яка адекватно описує залежність величини мікродеформації при допустимому навантаженні, приведена на рис. 2. Ця математична модель визначається через логарифмічний поліном:

$$U = f(x;y) = \frac{-1,0813 + 0,0104x + 0,0255y - 6,5216E-06x^2 - (9,0966E-05) - 0,0002xy}{10 - 0,0097x - 0,0081y + 1,1399x^2 + 3,1373E-05y^2 - (1,2874E-06)} \quad (1),$$

де  $U$  – величина мікродеформування, мкм;

$x$  і  $y$  – координати на поверхні голограми, мм.

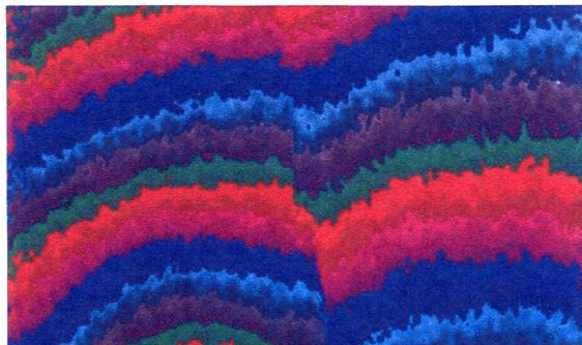


Рис. 1. Комп'ютерна голограма лемеша плуга, який був експлуатований (42 га підзолисто-гумусного ґрунту) при визначенні технічного стану

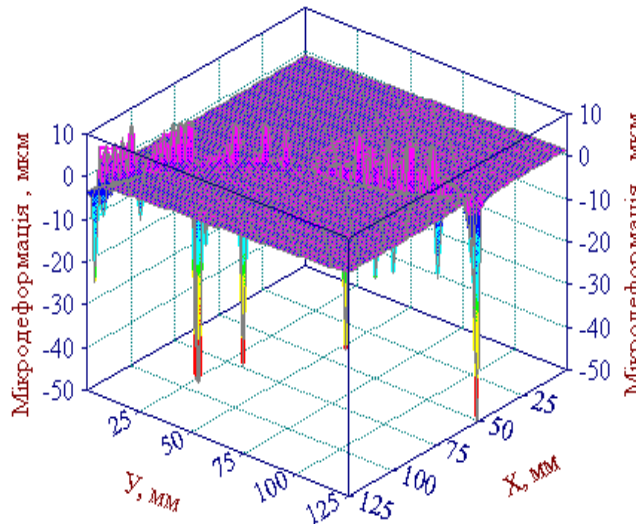


Рис. 2. Математична модель процесу мікродеформування поверхні лемеша при його допустимому навантаженні

Аналіз кореляційного рівняння для деталі із наявним дефектом показує, що комп'ютерна голографія із значною мірою достовірності описує фізичний процес, при чому:  $\Gamma^2=0,877$  при  $\Gamma^2=1 \Rightarrow \max$ ;  $DF \text{ Adj } r^2=0,867$  при  $DF \text{ Adj } r^2=1 \Rightarrow \max$ . Це вказує на адекватність отриманого результату реальному процесу. Голограма має відповідне викривлення, пов'язане як із наявністю знайденого дефекту.

Характерні піки і впадини на голограмі характеризують наявність, структуру, і в певній мірі, величину та характер залягання підповерхневого дефекту: в нашому випадку тріщину, що значно зменшує експлуатаційну надійність робочої поверхні деталі.

Приведена математична модель, яка адекватно описує реальний процес мікродеформування досліджуємої поверхні деталі, дозволяє розраховувати тензори та напруження і тим самим визначити технічний стан деталі в умовах допустимого навантаження. Застосування голографії, як засобу дослідження, дозволило отримати величини мікродеформації у трьох напрямках вектора, а також математично описати залежність цих деформацій від координат. Приведені поверхні мікродеформування описуються математичними моделями.

## Висновки

Таким чином, визначення надійності систем, які на сьогодні мало вивчені, встановлення їх напруженого стану і зв'язаного із цим ресурсу має велике народногосподарське значення. Деформаційні критерії крихкого, в'язкого та інших видів руйнувань дозволяють визначити основні характеристики механічних властивостей досліджуваних матеріалів таких як: пластичність, в'язкість, міцність, величину зміцнення, в чому і полягають основні переваги розрахунку міцності за деформаціями. Вживання такого методу, дозволяє проводити кількісний аналіз ефективності розробляємих конструкцій та застосування матеріалів при проектуванні сільськогосподарських машин, їх елементів, які працюють у широкому діапазоні навантажень, температур та інше. Визначені дослідним шляхом деформації, мікропереміщення можливо реалізовувати в розрахунках запасів міцності, підвищуючи надійність сільськогосподарської техніки конструкційними та ремонтними методами.

## Література

1. Карабиньош С.С. Параметри голографування при неруйнівному контролі сільськогосподарської техніки /С.С.Карабиньош. - Глеваха, ННЦ „ІМСГ”, XIV Міжн. наук.-технічна конф. „Сучасні проблеми землеробської механіки”, 16-19 жовтня 2013.
2. Бойко А.І., Карабиньош С.С., Моргун А.В. Компьютерная голография как метод обеспечения надежности сельскохозяйственной техники /А.І.Бойко, С.С.Карабиньош, А.М.Моргун. X-й Международный симпозиум (Экологические аспекты механизации растениеводства) – Варшава, Мелитополь: 2003. - С.28-33.
3. P. Boone, Ph. Vanspeybroeck, Karabinesh S.S. Evaluation of the Rapid Crack Propagation Phenomena in pressurized Polyethylene Pipes by Holographic Interferometry /P.Boone, Ph.Vanspeybroeck, S.S.Karabinesh// 13-th Plastic Fuel Gas Pipe Symposium, San Antonio, Texas, USA, 1-4.11.93, 10 p.
4. Karabinesh S.S. Non-distractive control glue-weed joining by computer holography. 111 International Research And Technical Conference (MOTOROL 2001).- Lublin: Agriculture University. - Volume 4. - P. 144-147.
5. Бойко А.І., Карабиньош С.С. До питання про визначення енергії руйнування тіл при їх граничному стані /А.І.Бойко, С.С.Карабиньош. Вісник КДТУ – Кіровоград, 2001. - С. 45-47.

**Karabyniosh S. Buriyk V. Computer holography - a means of determining the technical state of agricultural and forest machinery**

The question of the implementation of computer holography as a means to determine the acceptable technical condition of parts of agricultural machines as a method of non-destructive testing. Examples of holograms and mathematical model surface mikrodeformation details. Minimum microstrains and according to a minimum of tensions areas answer with the minimum recreated intensity of light stripes. On computer holograms these stripes of midrange of light spectrum, on what scales specify resulted on holograms. Studying holograms for every type of loading and as details. Displacement of the coloured stripes on a hologram testifies to the presence of damages or defects. The dramatic change of color also gives information about the presence of damages or defects. As be set by an experimental way, the presence of concentrator of tensions, remaining tensions testifies to being of defect under a concrete surface.

The results of experimental researches that is characterized stability of computer holograms serve about these determinations. During realization of researches, for example: elements of досліджуємої detail with 25 multiple repeated, a computer hologram fixed a similar picture practically, that gave an opportunity to assert, this detail is made without present defects, has parameters within the limits of possible and can be effectively exploited on the draught of certain period of time. Researches conducted with the use of ploughshares of ploughs, that is used for treatment of soil in agricultural and лісогосподарських enterprises

**Key words:** holography, farm machinery, detail, surface micro deformation, defektuvannya, technical condition

### References

1. Karabinosh S.S. Parameters of голографування at non-destructive control of agricultural technique /of С. С. Карабиньош // - Hlevaha, NNC "IMSH", X1 V scien.tehnik.conf. "Modern problems of agricultural mechanics", on October, 16-19 2013. – pp. 45-56.
2. Boyko A.I., Karabinosh S.S. Computer holography as method of providing of reliability of agricultural technique / A.I.Boyko., S.S.Karabinosh // X-й the International symposium (Ecological aspects of mechanization of plant-grower) of is Warsaw, Melitopol : 2003. – pp. 28-33.
3. P. Boone, Ph. Vanspeybroeck, Karabinesh S.S. Evaluation of of the of Rapid Crack Propagation Phenomena in pressurized of Polyethylene Pipes by of Holographic Interferometry /P.Boone, Ph.Vanspeybroeck, S.S.Karabinesh// 13 - th of Plastic Fuel Gas Pipe Symposium, San Antonio, Texas, USA, 1-4.11.93, 10 p.
4. Karabinesh S.S. Non - distractive control glue - weed joining by computer holography// 111 International Research And Technical Conference (MOTOROL 2001) .- Lublin: Agriculture University. - Volume 4. - 144-147.
- 5 Boyko A.I., Karabinosh S.S. To the question about determination of energy of destruction of bodies at their maximum state / A.I.Boyko., S.S.Karabinosh // Announcer KDTU is Kirovohrad, 2001. – pp.. 45-47.