

**Карабиньош С.С.**

Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
E-mail: Karabinioshss@ukr.net

**ГОЛОГРАФІЧНА ДІАГНОСТИКА НА СЛУ-  
ЖБІ ЗБЕРЕЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ  
РЕСУРСІВ**

УДК 631.3:620.172

В статті узагальнено досвід застосування методів комп'ютерної голографічної діагностики при визначенні реальних меж неруйнівного контролю деталей сільськогосподарської техніки на різних етапах її використання аж до повного списання. Обґрунтовано ресурсозберігаючі методичні засади технічного вибору оптимального способу виготовлення чи відновлення деталей сільськогосподарських машин.

**Ключові слова:** ресурс, збереження, голографія, діагностування, неруйнівний контроль, техніка, машини, оптимальний спосіб, неруйнівний контроль.

### **Актуальність проблеми**

Застосування комп'ютерних систем діагностування дозволяє атоматизувати процес дефектації деталей, запобігти потраплянню до споживача непридатних деталей, запобігти аваріям та зберегти ресурси для їх подолання. З іншого боку, незважаючи на досягнуті успіхи та надбані практичні досягнення, на сьогодні відсутні дані досліджень з вивчення технічного стану деталі, вузла, агрегату чи машини при різних видах навантаження (поодиноких чи сукупно діючих) з вивченням об'ємних полів мікро - деформування поверхневих шарів. Отримані позитивні результати підвищення надійності сільськогосподарських машин носять частковий характер переважно за рахунок виявлення недосконалостей окремих поверхонь або навіть їх фрагментів, що ускладнює процес збереження ресурсів в сільськогосподарському машиновикористанні.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Згідно аналізу результатів досліджень проведених вченими: Патонем Б.Е., Лобановим Л.М., Пивтораком В.А., Буне П.М., Хижняком А.І., Марковим В.Б. та іншими, технічний стан деталей, їх придатність до подальшої експлуатації з встановленими параметрами надійності визначаються з одного боку конструктивними параметрами, а з іншого – їх фізико-механічними властивостями. Такі характеристики 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 при їх допустимому стані.

Встановлено, що в неруйнівному контролі сільськогосподарських машин, діагностуванні їх працездатності, комп'ютеризація впливає, як на засоби контролю, так і на загальну методологію робіт у даній галузі. При розгляді завдань комп'ютерного діагностування як інформаційного процесу і абстрагуванні від використовуваних фізичних методів неруйнівного контролю сільськогосподарської техніки, можна виділити наступні три характерні послідовні частини цього процесу:

### **Методический подход в проведении исследований.**

Розробити методологію та засоби для отримання первинної інформації стосовно до технічного стану деталей і завдань голографічного діагностування та можливостей

## **Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів** Technical service of agriculture, forestry and transport systems

при виборі технологій виготовлення чи відновлення деталей, які отримали у даний час широкий розвиток і глибоко пророблені як у технічному, так і в науковому планах. Одержання первинної вимірювальної інформації за допомогою перетворювачів наприклад, оптичних систем, в тому числі і голографуванні та приведення її у форму зручну для подальшої обробки.

Обробка інформації, за допомогою існуючого комп'ютерного забезпечення і представлення результатів обробки у формі придатної для аналізу і подальшої інтерпретації.

Проведення аналізу отриманої інформації і формування рішення про стан сільськогосподарської техніки (контрольованого об'єкта), можливості його нормального функціонування або прогнозування його залишкового ресурсу.

Реалізація голографічної діагностики дає змогу освоювати більш складне виробництво, впроваджувати нові прогресивні технологічні процеси та інше. Стовідсотковий неруйнівний контроль дозволяє визначити якість матеріалів, напівфабрикатів, заготовок, технічний стан деталей, які були в експлуатації, перевірити ефективність удосконалювання виробничого процесу і дає можливість відібрати придатну частину продукції для подальшої обробки і використання. При цьому міняється сама сутність операцій контролю, який з пасивного фіксує якість готових виробів, він стає активним методом керування технологічним процесом.

Контроль якості (надійності) сільськогосподарських машин, їх елементів базується на застосуванні проникаючих полів, випромінювань і речовин для отримання необхідної інформації про їх технічний стан та готовність до експлуатації. На підприємствах із виготовлення чи ремонту сільськогосподарських машин, в наш час, використовують наступні методи контролю (неруйнуючого): магнітний, акустичний, вихреструмний або трансформаторний, електричний, тепловий, оптичний, радіохвильовий, рентгенівський, проникаючими речовинами. Особливо зростає його роль в умовах автоматизації виробництва – ефективного засобу удосконалення технологічного процесу, як невід'ємна і рівноправна ланка ресурсозбереження, яка здатна:

- визначити якість виробу;
- визначити міцність, стійкість до різного роду навантажень та впливу зовнішнього середовища;
- націлити на краще конструктивне і технологічне рішення;
- підтримати марку фірми;
- запобігти виникненню небезпечних ситуацій і підвищити безпеку праці;
- знизити вартість виробництва.

### **Результати проведених досліджень**

Практика вітчизняного та закордонного сільськогосподарського машинобудування підтверджує, що для успішного вирішення завдань з випуску, ефективної експлуатації та ремонту сучасних сільськогосподарських машин, обладнання і знарядь необхідно застосовувати комплексно-системний підхід з врахуванням конструктивно-технологічного формування. Такий підхід полягає у впровадженні нових технологічних процесів, сучасних матеріалів, конструктивних форм, способів виробництва і виборі оптимальних конструкторсько-технологічних рішень із врахуванням експлуатаційних властивостей і заданих показників надійності. Основою такого формування є постійний контроль за технічним рівнем виробів, які проектують, виготовляють, експлуатують і ремонтують. При цьому необхідно, щоб показники надійності цих виробів значно перевищували кращі досягнення сучасного сільськогосподарського машинобудування і ремонтного виробництва.

## Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems

У ряді методів неруйнівного контролю, наприклад, голографічної діагностики – відгук може реєструватися у формі образу – голограми, що може безпосередньо піддаватися аналізу. Первинна інформація, як правило, реєструється у виді просторово-тимчасового розподілу відгуків – голограми. Подальша обробка інформації може здійснюватися як в аналоговому виді, так і цифровому видах у залежності від складності алгоритму і цінової доцільності. В даний час переважає тенденція використання цифрової обробки інформації, що забезпечує ряд переваг.

Як показує практичний досвід, несвоєчасна заміна несправної деталі, вузла із дефектною деталлю приводить до появи в експлуатації умовно справної машини, імовірність виходу із ладу якої залежить від часу, коли за умови невиявленого вчасно дефекту або пошкодження, відбувається відмова, яка і руйнує машину. Небезпечною є ситуація, коли при стаціонарному процесі навантаження, виникають напруження, які набувають нестационарного стохастичного характеру. При цьому оперативно і прогнозовано керувати ними практично неможливо. Основними причинами виникнення цього явища, як встановлено значною кількістю експериментальних досліджень, є мікроструктурна неоднорідність матеріалу, яка обумовлена викривленням кристалічної ґратки, наявністю дефектів внутрішньої макроструктури, викликаних випадковими змінами в технології обробки, умов експлуатації чи виконання ремонтно - обслуговуючих заходів.

В даний час реалізація практично будь-яких алгоритмів – комп'ютерних голограм, може бути здійснена за допомогою сучасних засобів обчислювальної і мікропроцесорної техніки, як на базі стандартних обчислювальних засобів, так і у виді спеціалізованих автономних малогабаритних пристроїв з необхідною продуктивністю роботи. Кінцевою метою діагностики є не тільки одержання інформації про наявність дефектів і їхніх фізичних параметрів, але і формування рішення про стан контрольованого об'єкта – сільськогосподарської машини, можливості його нормального функціонування або прогнозування залишкового ресурсу, що є особливо важливим в сучасних умовах ринкової економіки нашої країни і тим самим забезпечити значне збереження ресурсів.

Для однотипних об'єктів (вали, корпусні деталі, лемеші, деки, казани, зварені шви) вироблені методичні рекомендації, формалізуючі процес ухвалення рішення. В інших випадках необхідний евристичний підхід або використання асоціативних рішень, прийнятих на підставі вибіркового експерименту, що проводяться із руйнуванням або без нього деталей при визначенні параметрів граничного та допустимого станів. Застосування голографічної дефектоскопії дає можливість досягнути встановленого нормативно-технічної документацією рівня надійності сільськогосподарської техніки її техніко-економічної ефективності. Реалізація її запобігає різко зменшити випуск дефектної продукції, кількість аварійних ситуацій й створити у споживача впевненість про високий рівень якості запропонованих виробів.

В міжнародному центрі „Інститут прикладної голографії” проведено роботи із створення програмного забезпечення, яке дало б змогу записувати інформацію без використання цифрових адаптерів. Так розроблена система дозволяє реєструвати мікропереміщення, які не перевищують половину довжини хвилі променя лазера. Поверхневі зміни записуються до пам'яті компютера. Провівши за допомогою програмного забезпечення вивчення характеру змін на поверхні деталі отримуємо на моніторі компютера інтерференційну картину у кольоровому вигляді. Отримані смуги електронної інтерференції мають природу огинати наявні на поверхні або на глибині до 300 мкм дефекти або пошкодження структури поверхневих шарів. Наявність аномальної спотвореної від геометрично правильної картини свідчить про наявність таких включень.

Таким чином, голографічна дефектоскопія дає змогу виявити приховані дефекти деталей сільськогосподарських машин і створити передумови підвищення надійності машин.

Принциповою особливістю створення нових методів неруйнівного контролю є застосування сучасних комп'ютеризованих систем, що дають можливість всебічно досліджувати виробу, встановлювати їх технічний стан, накопичувати, статистично обробляти отриману інформацію, швидко і якісно ідентифікувати дефекти, пошкодження, класифікувати їх, визначати характеристики та параметри та інше.

Розроблені засади вибору раціонального способу виготовлення чи відновлення зношених або пошкоджених деталей побудовано на врахуванні стохастичної природи появи та розподілу пошкоджень (дефектів) в робочих поверхнях деталей. Використано метод порівняння технічного стану деталей: нових (запасні частини), які не були в експлуатації; деталей зношених, відновлених: наплавленими під шаром флюсу та захисних газах, газотермічним і детонаційним напиленням, плазмовим наплавленням, оброблених механічно до ремонтного розміру, які є найбільш поширеними на ремонтних підприємствах АПК України.

Технічний стан деталі оцінювали за характером розподілу інтерференційних смуг. Про наявність чи відсутність дефектів, пошкоджень, їх кількість і взаємодію вказує чітко сформована і представлена на голограмі аномальність розподілу інтерференційних смуг. При контролі та випробуванні деталей, їх робочих поверхонь визнано доцільним застосування коефіцієнта відновлення якості поверхні  $K_{в\phi i}$  та коефіцієнта розподілу форми якості поверхні  $K_{в\phi i}$ . Це допущення було прийняте в зв'язку із відсутністю даних, які б дозволили визначити найменовані вище коефіцієнти. Проводити ж складні і довготривалі ресурсні випробування є економічно недоцільними в сучасних умовах. Тому:

$$K_{в\phi i} = \frac{S_{в\phi i}}{S_{н\phi i}} = \frac{S^{\phi_1}}{S_n} + \frac{S^{\phi_2}}{S_n} + \dots + \frac{S^{\phi_n}}{S_n} = \frac{\sum_{i=1}^n S^{\phi_i}}{S_n}, \quad (1)$$

де  $S_{в\phi i}$  – площі поверхонь деталей, які мають пошкоджені або дефектні ділянки, що зафіксовано на голограмах, м<sup>2</sup>;

$S_{н\phi i}$  – площа поверхні нової (еталонної) деталі, м<sup>2</sup>.

$S^{\phi_1}, S^{\phi_2}, S^{\phi_n}$  – значення площ поверхонь деталей з аномальною структурою інтерференційних смуг для всієї вибірки відновлених певним методом деталей;

$S_n$  – площа робочої поверхні деталі, для якої вибирають технологію відновлення.

Для найбільш сприятливого способу відновлення деталі або окремої поверхні  $K_{в\phi i}$  має мати найменше значення, а імовірність визначення такого коефіцієнта наближатися до 1.

$$K_{в\phi i} = \frac{\phi_{с\phi\phi}}{\phi_{снн}} = \frac{P_1 \cdot r_1}{\sum_0^i P_i \cdot r_i} + \frac{P_2 \cdot r_2}{\sum_0^i P_i \cdot r_i} + \dots + \frac{P_m \cdot r_m}{\sum_0^i P_i \cdot r_i} \rightarrow \min \quad (2)$$

$\phi_{с\phi\phi}, \phi_{снн}$  – параметри форми розподілу якості кожної конкретної поверхні відновленої і відповідно нової деталей, визначаються як імовірність появи кривизни в інтерференційних смугах;

$P_1, P_2, \dots, P_m, P_i$  – імовірності появи інтерференційних смуг з кривизною за радіусом  $r_1, r_2, \dots, r_m, r_i$ , mm.

Ділянка з дефектом характеризується зоною аномально розміщених інтерференційних смуг, в якій їх частота значно перевищує цей же параметр для сусідніх зон, що не мають пошкоджень чи дефектів. Це твердження дає можливість правомірно застосо-

вувати формули 1 і 2 при виборі раціонального способу ремонту або виготовлення деталей. Наступним етапом було визначення, за кожним вибраним способом, комплексного показника:

$$I_j = \frac{C_{yj}}{K_{вїаі}} \leq I_n \quad (3)$$

де  $I_j$  і  $I_n$  – відповідно ціна відновленої і нової деталей, грн.;  
 $C_{yj}$  – собівартість відновлення поверхні деталей, грн.;  
 $K_{вїаі}$  – коефіцієнт відновлення ресурсу робочих поверхонь.

### **Висновки**

Таким чином, голографічна дефектоскопія дає змогу виявити приховані дефекти деталей сільськогосподарських машин і створити передумови підвищення надійності машин. Для забезпечення якісного вивчення технічного стану сільськогосподарських машин за допомогою голографії необхідно створити умови, коли б на комп'ютерній голограмі утворилися високо контрастні інтерференційні смуги. На сьогодні питаннями контролю сільськогосподарських машин, обладнання та реманенту голографічними і оптичними методами вивчене мало і, відповідно, проведені дослідження умов голографування поверхонь деталей і вузлів машин, в тому числі і сільськогосподарських не задовольняють сучасне ремонтне виробництво. Результати попередніх досліджень, аналізу даних літературних джерел вказують на безумовну актуальність в проведенні таких робіт і їх практичну цінність в справі підвищення надійності таких об'єктів та забезпечення збереження ресурсів нашої Країни.

### **Karabiniosh S.S. Holographic diagnostics is on service of maintenance of agricultural resources**

There is experience of application of methods of computer holographic diagnostics is generalized at determination of the real limits of non-destructive control of details of agricultural technique on the different stages of her use up to the complete writing. resource and maintenance methodical principles of technical choice of optimal method of making or proceeding in the details of agricultural machines are reasonable in the article.

**Keywords:** resource, maintenance, holography, diagnostician, non-destructive control, technique, machines, optimal method, non-destructive control.