

УДК 631.3:360.172.21

**ГОЛОГРАФІЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

кандидат технічних наук, Карабиньош С.С., студент, Дубінін І.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ,
Україна

В статті приведено методику та результати прогнозування залишкового ресурсу, які базуються на даних, що отримано голографічними методами. Розроблено теоретичні засади та проведено експериментальні дослідження з встановленням показників залишкового ресурсу для валу відбору потужності трактора.

Ключові слова: залишковий ресурс, мікродеформування, голографія, методика, зношування, прогнозування.

Карабинеш С. С., Дубинин И.С. Голография и прогнозирование остаточного ресурса сельскохозяйственных и лесохозяйственных машин. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина.

В статье приведена методика и результаты прогнозирования остаточного ресурса, которые базируются на данных, полученных голографическими методами. Разработаны теоретические основы и проведены экспериментальные исследования с установлением показателей остаточного ресурса для вала отбора мощности трактора.

Ключевые слова: остаточный ресурс, микродеформирование, голография, методика, изнашивание, прогнозирование.

Karabinesh S.S., Dubinin I.S. Holography and prognostication of remaining resource of agricultural machines.

National university of bioresources and nature of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

In the article methodology over and results are brought prognostications of remaining resource, that are based on data, that it is got holographic methods.

Theoretical principles are worked out and experimental researches are conducted with establishment of indexes of remaining

Keywords: remaining resource, microstrain, holography, methodology, wear, prognostication.

Вступ. В зв'язку з вимогами сучасності неухильного підвищити надійність техніки, трудомісткість контрольних операцій різко збільшується. Рациональне використання комплексу неруйнівних методів контролю дозволяє підвищити надійність і якість продукції, запобігає аваріям складних агрегатів і дає виробництву величезні економічні переваги. Із теорії про надійність машин відомо [1], що основною причиною втрати роботоздатності деталей та машин в цілому є втрата міцності їх поверхневих шарів. При чому, зміна міцнісних характеристик робочих та несучих поверхонь деталей супроводжується зміною геометричних параметрів самих деталей, зміною їх місцезоміщення, а це в свою чергу приводить до втрати роботоздатності всієї машини. Визначення граничних та допустимих значень міцнісних параметрів і зв'язаного із ними технічного стану машин становить основне завдання прогнозування залишкового ресурсу машин сільськогосподарського і лісогосподарського призначення. Таким чином, вибравши як параметр для прогнозування ресурсу міцність поверхневих шарів деталей (виражену величинами мікрODEФОРМУВАННЯ), можливо визначити технічний стан і відповідно залишковий ресурс сільськогосподарських і лісогосподарських машин.

Залишковий ресурс – це наробіток від моменту визначення параметрів технічного стану до моменту часу, коли настає необхідність у виконанні ремонтно-обслуговуючих робіт або списанні техніки. Як показує практичний досвід та аналіз літературних джерел [3, 4, 5] найбільш раціональним і достовірним є прогнозування на основі результатів діагностування параметрів стану головних елементів машин, які отримали зміни за час зростання наробітки. У відповідності до цього і було побудовано методику проведення експериментальних досліджень, частково приведену вище.

Мета. Розробити методику та отримати результати прогнозування залишкового ресурсу сільськогосподарських і лісогосподарських машин голографічним методом.

Результати. Прогнозування залишкового ресурсу за допомогою голографії побудовано на принципі порівняльної оцінки двох голограм отриманих із одного і того самого об'єкту в різні моменти часу або порівняння з голограмами, які отримані з еталонного зразка. В процесі проведення прогнозування було отримано серію голограм.

Встановлено в процесі проведення експериментальних досліджень, що застосування голографії дає можливість знизити кількість неправильно забракованих придатних до подальшої експлуатації деталей, відповідно: $n_{\text{експ}} = 9,66 \%$; $n_{\text{н}} = 6,60 \%$, а також, неправильно прийнятих придатними: $m_{\text{експ}} = 10,83 \%$; $m_{\text{н}} = 6,97 \%$. Голографія підвищує надійність сільськогосподарської техніки за рахунок зменшення помилок при дефектації та контролі деталей машин.

Результати прогнозування за допомогою голографування базувались на дослідженні зміни мікрODEФОРМАЦІЙНИХ полів при зміні параметрів технічного стану, наприклад – зношуванні. Розв'язати задачу оцінки і прогнозування залишкового ресурсу можливо, якщо є можливість для періодичного вимірювання ресурсного параметру, досягнення яким свого граничного стану приводить до відмови. Проведені дослідження дали змогу встановити реальні межі реалізації голографування із застосування комп'ютерних технологій при оцінці залишкового ресурсу сільськогосподарських і лісогосподарських машин та використання їх на практиці.

Виявлено, що в процесі експлуатації, при зношуванні поверхневих шарів деталей, проходить зміна конфігурації полів мікрODEФОРМУВАННЯ. Голограми, які отримано з цапфи валу в моменти досліджень: без зношування; наробіток 800 мото-годин зношування складало 0,08 мм; зношування 0,14 мм, наробіток 1600 мото-годин і 2400 мото- год. - 0,19 мм. Дослідження проводили із розбиранням машин у конкретно встановлені моменти часу, відповідно, для виявлення і уточнення характеристик і структурних параметрів процесу із його

аналізом і встановленням характеру зміни величин мікродеформування поверхонь деталі, яку вивчали.

В результаті проведених досліджень було розроблено методичний апарат, що дозволило визначати величини мікродеформування поверхонь деталей в їх кожній точці. Для голографії – це приведений на кожній голограмі масштаб величин мікродеформування, де кожному кольору інтерференційної смуги відповідає значення мікродеформації поверхні деталі під дією навантаження.

В процесі проведення діагностування було встановлено початкові і допустимі зміни характеристик мікродеформування, які відповідають характерним точкам і проведено вимірювання їх значень параметрів.

Встановлено, що мікродеформування на першому етапі (середньоарифметичне значення на всій поверхні) становить: в першому випадку – 0,08 мкм; в другому – 0,14 мкм; в третьому – 0,19 мкм, а в четвертому – 0,23 мкм. Вид смуг інтерференції на приведених голограмах свідчить про проходження фізичних процесів в деталях під час експлуатації, що змінює їх технічний стан. Кореляційні рівняння представлено у вигляді ступеневих поліномів, а також функціональними тримірними поверхнями.

На базі отриманих результатів вимірювань, розраховано кореляційні рівняння, які з достатньою мірою достовірності 0,87 – 0,96, адекватно описують фізичні процеси мікродеформування, які проходили в процесі проведення досліджень.

Вал беззношування:

$$U_1 = 28,6684 + 103,0374/X - 28,1669 \cdot \ln Y - 1037,61643/X^2 + 8,5665 \cdot (\ln Y)^2 - 6536(\ln Y)/X - 2867,1826/X^3 + 0,8153(\ln Y)^3 - 8,4263(\ln Y)^2/X + 464,0501(\ln Y)/X^2 \quad (1)$$

Вал – 800 мото-годин експлуатації

$$U_2 = 0,4527 - 0,0812 x + 33,8361/y + 0,0013 x^2 + 0,5749 x/y - (1,5741 \cdot 10^{-6})x^3 + 689,6874 /y^3 + 5,6835 x/y^2 - 0,0143 x^2/y \quad (2)$$

Вал – 1600 мото-годин експлуатації

$$U_3 = 10,3158 - 2,489158x + 0,19267x^2 + 0,0067x^3 + 0,0002 x^4 - (6,5708 \cdot 10^{-7})x^5 + 0,1675 y - 0,01521736y^2 - (1,2826 \cdot 10^{-5})y^3 - (1,2826 \cdot 10^{-5}) y^4 + (8,7639 \cdot 10^{-8}) y^5 \quad (3)$$

Основним показником, який служить для прогнозування технічного стану машин із застосуванням голографії, є величина зміни мікродеформації поверхневих шарів об'єктів, які досліджують.

Вал – 2400 мото-годин експлуатації

$$U_4 = -2,1858 - 2,2858x + 0,1582x^2 + 0,00489097x^3 + (6,891e-05)x^4 - (3,6e-07)x^5 + 2,9644y - 0,2242y^2 + 0,00767y^3 - 0,00012y^4 + (7,069e-07)y^5 \quad (4)$$

Залежність величини мікродеформації у відношенні до величини зношування представлено на рис. 9.

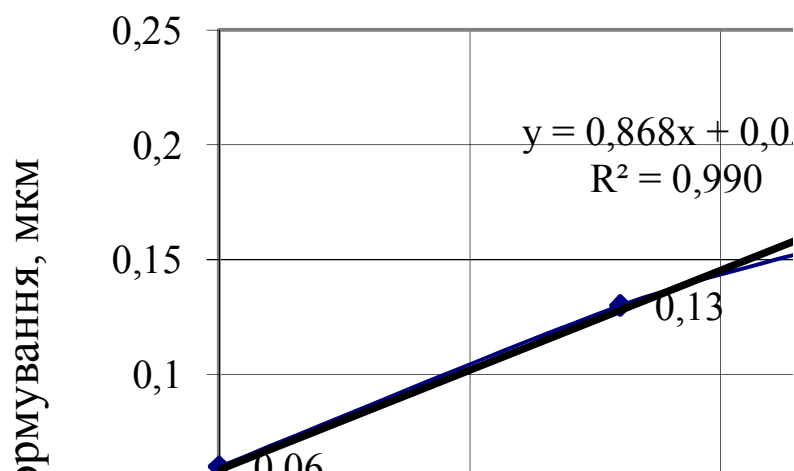


Рис. 9. Залежність величини мікродеформування від зносу поверхні деталі

Залежність величини мікродеформування по відношенню до зношування поверхні деталі встановлено експериментальним шляхом. Проведені експериментальні дослідження дають можливість встановити залежність величин мікродеформування та зношування і використати їх при прогнозуванні залишкового ресурсу, встановивши залежність інтенсивності мікродеформування в залежності від зношування, шляхом диференціювання рівняння - 1-4.

При цьому апроксимуюча функція являє собою елементарну випадкову лінійну. В даному випадку швидкість зміни параметру для конкретного елемента (деталі машини) на протязі строку служби є величиною постійною. При значеннях $\alpha > 1,0$ і $0 < \alpha < 1,0$ (де α – швидкість зміни параметру) елементи мають неперервно монотонно зростаючу і убуючу швидкості зменшення

значення параметру стану машини, а така функція у визначених умовах має достатню універсальність.

Реалізація голографії обумовлює прийняття за параметр прогнозування залишкового ресурсу величину мікродеформування, або в конкретних випадках для сільськогосподарської і лісгосподарської техніки форму інтерференційних смуг, їх розподіл та зміну при зміні параметру навантаження чи подовженості строку експлуатації.

На основі величини такого параметру в момент прогнозування розрахунок математичного сподівання величини залишкового ресурсу визначають за формулою:

$$M(T_{\text{зал.}}) = M(T_{\text{поч.}}) \left\{ \frac{M(\partial_{\text{зр.}})}{M(\partial_i)} - 1 \right\}^{1/\alpha}, \quad (5)$$

де $M(T_{\text{зал.}})$ – математичне сподівання величини залишкового ресурсу, год.;

$M(T_o)$ – математичне сподівання величини початкового ресурсу, на момент дослідження, год.;

$M(\partial_{\text{зр.}})$ – математичне сподівання величини зміни мікродеформації в граничних умовах, мкм., коли подальша експлуатація машини технічно неможлива або економічно не вигідна, мкм.;

α – коефіцієнт, що характеризує швидкість зміни параметру діагностування.

За допомогою рівнянь регресії, що отримано для конкретної деталі, необхідно визначити координати точок, для яких значення величини мікродеформування буде максимальним. Проведені експериментальні дослідження дозволили використати математичні залежності 1 – 4 в розрахунках залишкового ресурсу.

Висновки. Таким чином, запропоновано метод визначення шляхом прогнозування залишкового ресурсу машин за допомогою голографії при реалізації комп'ютерних технологій.

Література:

1. 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.
2. Карабиньош С.С., Ревенко Ю.І.Діагностування технічного стану деталей та прогнозування залишкового ресурсу /С.С.Карабиньош, Ревенко Ю.І.// Вісник НУБіПУ – К.: 2010, Випуск 144, Т.4.- С.369-379.
3. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник./ Клюев В.В. и др. /Под общ. ред. В.В. Клюева В.В. – М.: Машиностроение, 2005. - 656 с.
4. Boone P, Vanspeybroeck Ph., Karabinesh S.S. Brittle crack propagation in plastics pipes analyzed by holographic interferometry /P.Boone, Ph.Vanspeybroeck, S.S.Karabinesh//- Fringe 93 : Physical Research, 2nd International Workshop on Automatic Processing of Fringe Patterns, Academie Verlag , Berlin 1993. - P.-325-334.
5. Карабинеш С.С. Дефекты. Повреждения деталей. Методы их определения /С.С.Карабинеш - Saarbrucken, Germany, Palmarium Academic Publishing, 2013.- P. 89.

References:

1. 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.
2. Karabinesh S.S., Revenko U.I. Diagnostirovfnie technichnogo stanu ta prognozuvannie zalishkovogo resursu.// Visnik NUBiPU – K.: 2010, Vipusk 144, T.4.- S.369-379.
3. Nerazrushaushiy control i diagnostika. Spravochnik. / Kluev V.V. I dr. – M.: Mashinostroenie, 2005. - 656 s.
4. Boone P, Vanspeybroeck Ph., Karabinesh S.S. Brittle crack propagation in plastics pipes analyzed by holographic interferometry /P.Boone, Ph.Vanspeybroeck, S.S.Karabinesh//- Fringe 93 : Physical Research, 2nd International Workshop on

Automatic Processing of Fringe Patterns, Academie Verlag , Berlin 1993. - P.-325-334.

5. Karabinesh S.S. Defekti. Povrezdeniy dttaley. Metodi ish. opredeleniy. - Saarbruken, Germany, Palmarium Academic Publishing, 2013.- P. 89.