

Дослідження вібраційних процесів у сільськогосподарських машинах оптичними методами

В статті приведено описання оптичного метода, который рекомендується для исследования вібраційних процесів вузлів і деталей сільсько-хозяйственных машин. Описаны підходи к компьютерной обработке результатов измерения оптическим методом вібраційних процесів.

вібродіагностика, сільськохозяйственные машини, оптичний метод, параметри вібрації

Робота багатьох типів сільськогосподарських машин базується на використанні вібраційних процесів. З іншої сторони вібрації, що виникають при роботі сільськогосподарських машин є шкідливим явищем, що призводить до порушення нормальної роботи вузлів, їх прискореного зношування та аварійного руйнування. Наявність нелінійних властивостей динамічної системи обумовлює виникнення люфтів в з'єднаннях, підвищений знос деталей та погіршення в цілому експлуатаційних характеристик машин. На сьогодні вібродіагностика технічного стану машин у процесі випробувань та експлуатації є надійними засобами визначення особливостей динамічних характеристик обладнання [1].

Для визначення характеристик віброакустичних процесів, що мають місце під час роботи машини, як правило, використовуються експериментальні методи досліджень, які базуються на спектральному аналізі випадкових процесів. В даний час методи спектрального аналізу автоматизовані, розроблено ефективні алгоритми і програмне забезпечення для здійснення спектрального аналізу на ЕОМ. Існуюче обладнання, як правило, складне і його зручно використовувати лише в стаціонарних умовах.

Для експериментального визначення просторової вібрації вузлів сільськогосподарських машин доцільно застосовувати оптичні безконтактні методи вимірів, які полягають в реєстрації шляхом фотографування світлової плями, утвореної рухомим джерелом світла, встановленим на певній деталі. До складу пристрою входить джерело живлення та світловий випромінювач (фотодіод) із високою інтенсивністю світлового потоку. Маса пристрою може бути зниженою до кількох грамів. Розміри випромінювальної поверхні (діаметр 1-2 мм) світлового випромінювача регулюються діафрагмою.

При вібрації деталі, що обертається, світлові плями описують криволінійні траєкторії. Вони фіксуються фотоапаратом, що встановлений на штативі на відстані 1,0-1,5 м від фотодіодів. Експозиція фотоапарату вибирається такою, щоб зафіксувати до 10 циклів коливань фотодіода з деталлю. Якщо поперечні коливання деталі, що обертається, в перерізі де знаходиться фотодіод є незначними, то форма світлового кільця наближається до кола. При наявності коливань заготовки форма світлового кільця відрізняється від кола. Якщо коливання заготовки усталені, і їх параметри не змінюються за час експозиції, то світлове кільце є суцільним. У випадку, коли коливання деталі є нестационарними, а положення перерізу деталі змінюється за час експозиції, світлове кільце може бути роздвоєним. Прояв коливань заготовки на формі і конфігурації світлового п'ятна залежить від частоти коливань деталі.

Якщо період коливань деталі T набагато менший характерного часу $T \approx \frac{T_0}{(2...3)}$,

то це буде проявлятися у простому розширенні світлового кільця в точці, де виникають дані високочастотні коливання. Коли період коливань заготовки дещо менший характерного часу, то коливання заготовки, при їх невеликій амплітуді, проявляються у вигляді зміни форми світлового кільця в залежності від зміни полярного кута.

Виміри фотографії світлового кільця дозволяють визначити низькочастотні і високочастотні коливання заготовки. Низькочастотні коливання проявляються у відхиленні середньої лінії світлового кільця від кола, а високочастотні коливання проявляються у зміні товщини світлового кільця в тангенціальному напрямку.

По збільшеній фотографії світлового кільця вимірюють його геометричні розміри. В даній системі координат визначається положення масиву точок, що відповідають середній лінії світлового кільця та радіальної ширини кільця. Виміри точкових геометричних розмірів світлового кільця здійснюють для його різних радіальних перерізів.

Масив точкових значень середньої лінії та ширини кільця вводиться в ЕОМ у вигляді векторів. Цей масив значень згладжується за допомогою кубічних сплайнів із одержанням неперервної залежності. Згладжена кубічними сплайнами середня лінія світлового кільця являє собою траєкторію світлової плями, яка рухається разом із вузлом, що досліджується і визначає довгоперіодичні (низькочастотні) коливання заготовки (рис.1).

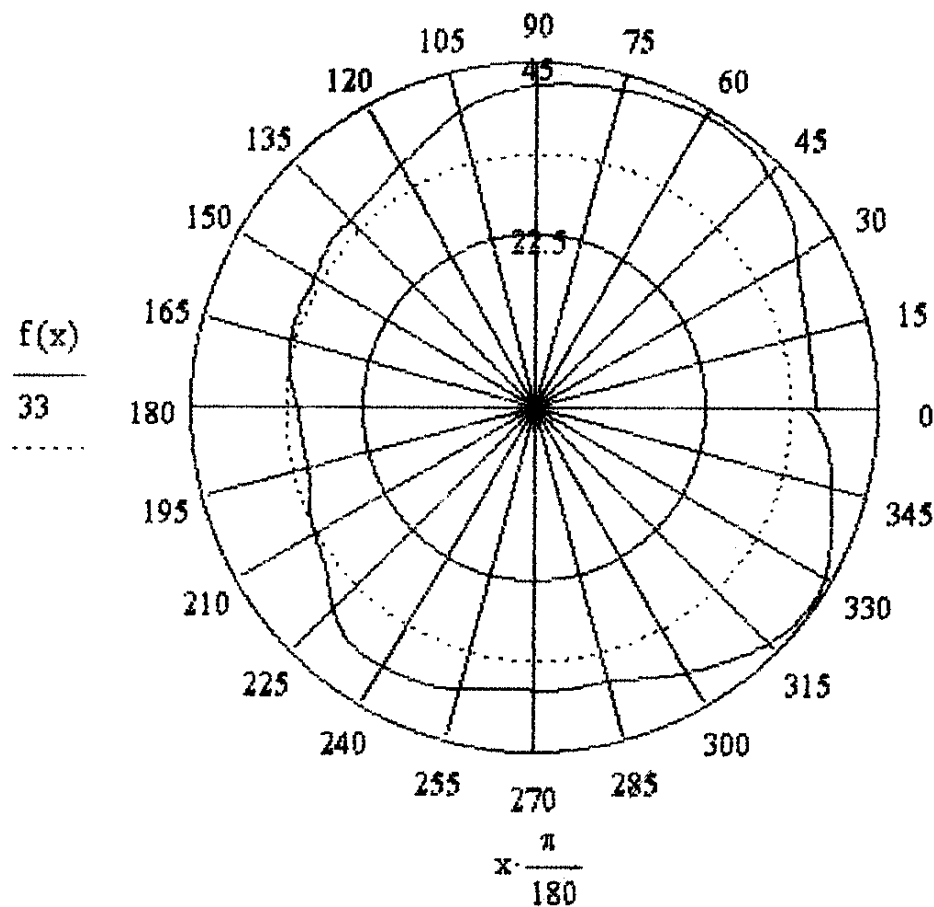


Рисунок 1 – Згладження точкових значень середньої лінії світлового кільця за допомогою кубічних сплайнів

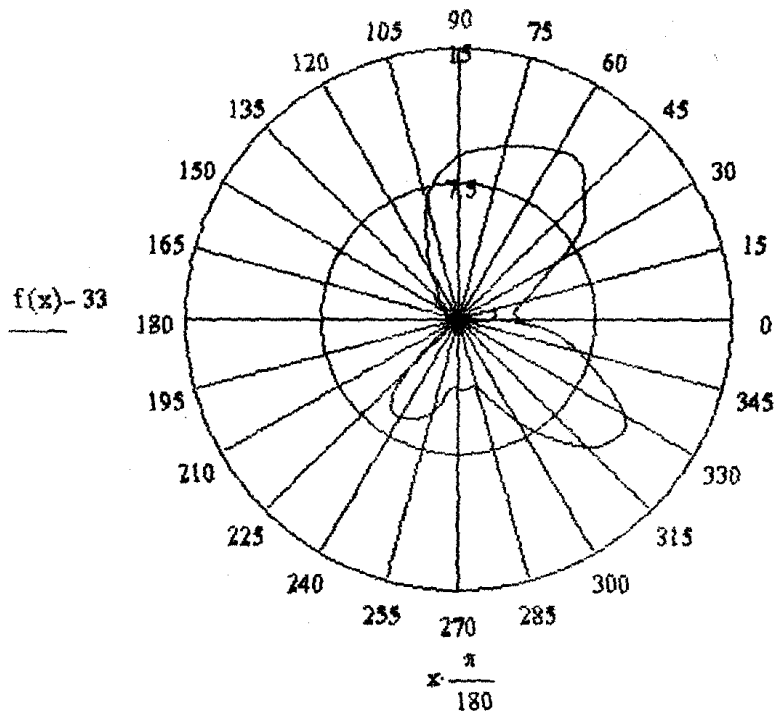


Рисунок 2 – Траекторія руху центра заготовки визначена в полярній системі координат

Для більш детального розгляду складових процесу здійснюється спектральний аналіз діаграми, яка описує переміщення центра світлової плями у вигляді ряду Фур'є (рис.2). Для визначення коефіцієнтів в ряду Фур'є застосовується наступна схема. Формується масив точкових значень центральної лінії світлового п'ятна послідовно для трьох повних обертів полярного кута. Одержаний масив згладжується кубічними сплайнами. При цьому сформується три періоди процесу, що описує форму центральної лінії світлового кільця. Центральний період процесу використовується для знаходження коефіцієнтів в ряду Фур'є. Як строго періодична функція ділянка процесу, який відповідає центральному періоду, не має особливостей на межах інтервалу періодичності.

Опис форми центральної лінії світлового кільця відрізком ряду Фур'є служить основою для обчислення параметрів світлового кільця, зокрема, значення радіальної швидкості та радіального прискорення.

Аналізу коефіцієнтів ряду Фур'є свідчить, що в полярній діаграмі основний вклад дають лише кілька перших гармонік. Для уточнення кількості даних гармонік та визначення їх вкладу в формування процесу використовують спектри амплітуд і початкових фаз розкладу.

У більшості випадків аналіз спектра амплітуд показує, що суттєвими є гармоніки номера яких не перевищують 10. На спектрі амплітуд гармоніки відображають закономірності овальності діаграми (гармоніка з номером 2), огранку контуру по чотирьом граням (гармоніка з номером 4), а також по 3-м і 5-ти граням. Перша гармоніка розкладу залежить від вибору системи координат. Наявність суттєвих парних гармонік з невисокими номерами (№2 і №4) свідчить про наявність двох перпендикулярних напрямків коливань. У більшості випадків ці напрямки відповідають напрямку дії гравітаційних сил на деталь та перпендикуляру до нього. Спектральний аналіз дає можливість спростити опис полярної діаграми шляхом ігнорування несуттєвих складових ряду Фур'є.

Додаткову інформацію, яка більш повно розкриває сутність вібраційних процесів, можна отримати використовуючи пульсуючі джерела світла на основі фотодіодів при малих експозиціях фотографування.

Висновок

З метою поліпшення технологічних параметрів та підвищення надійності сільськогосподарських машин дослідження вібраційних процесів раціонально проводити з використанням оптичних методів. Комп'ютерна обробка результатів проведених досліджень дозволяє отримати значну кількість інформації про параметри вібрацій.

Список літератури

1. Струтинський В.Б., Кропивна А.В. Визначення оптичним методом низькочастотних коливань прутка на токарному багатошпиндельному автоматі // Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Вип. № 17. Кіровоград, 2006. – С. 174-180.

В статті приведений опис оптичного методу, який рекомендується для дослідження вібраційних процесів вузлов та деталей сільськогосподарських машин. Описані підходи до комп'ютерної обробки результатів вимірювання оптичним методом вібраційних процесів.

Description of optical method which is recommended for research of vibration processes of knots and details of agriculture machines is resulted in the article. Going is described near kompyuternoy treatment of results of measuring the optical method of vibration processes.