

105. Євтушенко В.Д., к.е.н., доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВІБРАЦІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Вібродіагностика - це галузь науки, що включає в себе теорію, методи засоби виявлення і пошуку несправностей в об'єктах технічної природи на основі аналізу коливальних процесів в системах діагностування і може бути представлена у вигляді коливальної системи і спектра вібрації, стимульованого або тестовими, або функціональними збуреннями, що містять інформацію про технічний стан об'єкта. Вибір методу вібраційного діагностування обґрунтовують з урахуванням наступних факторів: необхідна точність діагностики, режим роботи обладнання, умови, в яких проводяться операції діагностування та ін.

Ефективність застосування того чи іншого методу вібраційного діагностики оцінюється за наступними критеріями:

- час на виконання операцій з вібраційного діагностування;
- кількість необхідної вхідної інформації для визначення дефекту і встановлення діагнозу;
- обсяг вихідної інформації, т. є інформативність;
- обсяг грошових витрат на засоби діагностування та програмного забезпечення.

На сьогоднішній день існує велика кількість методів і засобів вібраційного діагностування. Широко застосовується метод діагностування по спектру вібрації. В спектральному аналізі з метою визначення частотного складу вимірюваного сигналу застосовується в основному перетворення Фур'є.

Спектральний аналіз виконується при застосуванні даного методу найбільш часто з широкосмугового спектру, прямим спектру, спектру обвідної.

Діагностування з широкосмугового спектру досить часто застосовується на практиці. При діагностуванні з широкосмугового спектру виявляються не тільки дефекти підшипників кочення, а й інші дефекти устаткування. Метод реалізується широкосмуговим спектроаналізатором з хорошою роздільною здатністю за участю підготовленого персоналу. Дефекти підшипників при цьому методі виявляють в момент, коли відбувається збільшення енергії резонансних коливань і стає помітна в частотному розподілі всієї потужності вібрації.

Метод діагностування за прямим спектру заснований на виявленні періодичності амплітудних сплесків. Виникнення і ступінь розвитку дефектів підшипників ідентифікують по частотному складу

спектра і амплітуді. Дефекти можуть виникнути на тілах кочення внутрішньому і зовнішньому кільці, сепараторі і віброакустическом сигналі виявляються на власних частотах, які залежать від швидкості обертання підшипника, від його геометрії і кінематики.

Діагностування по спектру обвідної вібрації засноване на аналізі параметрів огинаючої вібрації, яку виділяють амплітудним детектированием і перетворенням Гільберта вузькосмугового сигналу. Застосування даного методу відкриває можливості виявлення дефектів підшипників на ранніх стадіях.

Аналізатор вібросигналів для здійснення діагностики підшипників кочення по спектру обвідної повинен мати функцію смуговий фільтрації, детектування і отримання спектра обвідної вібрації. На вітчизняному ринку, наприклад, представлені наступні прилади для реалізації даного методу: СД-1, СД-2 фірми ВАСТ, Топаз і Агат фірми Діамех. Перевагами даного методу є висока чутливість, висока вірогідність визначення виду і величини кожного з дефектів, перешкодозахищеність і інформативність. недоліки методу-висока вартість апаратури і складність реалізації. Метод застосуємо тільки для високочастотного сигналу. Алгоритм обробки і аналізу інформації про об'єкт діагностування реалізується найчастіше з використанням персонального комп'ютера. Діагностування підшипника пов'язано з однією складністю- з багатостадійну розвитку дефекту [55], ускладнює коректне визначення залишкового ресурсу підшипника.

Діагностування за співвідношенням загального рівня і піків в вібросигналом має кілька модифікацій і найменувань. Розвиток даного методу в основному пов'язано з фірмою «Брюль і К'єр» і має назву діагностування з використанням пік-фактора. При реалізації даного методу виконується порівняння загального рівня в основному середньоквадратичного значення (СКЗ) вібрації зі значенням амплітуд викидів (піків). Внаслідок відхилення форми і розмірів деталей від ідеальних, нові підшипники кочення вже при установці генерують мікроудари, інтенсивність яких зростає при пошкодженнях. У точці удару тіла кочення про кільце підшипника виникають ударні, швидко затухаючі в тілі кільця підшипника пружні хвилі, які і реєструються п'єзоакселерометрів. Чим більше пікове значення перевищує величину середньоквадратичного значення, т. Е. Чим більше відносна амплітуда піків віброакустического сигналу - ударів, тим сильніше в підшипнику розвинений дефект, і такий підшипник вважається найменш надійним.

В порівняно з багатьма іншими метод досить простий, але в деяких випадках є досить чутливим для виявлення дефектів, що зароджуються.

Цей метод в загальному випадку прийнято називати методом «ударних імпульсів». Важливим показником в даному методі є ставлення пікового значення до СКЗ високочастотної вібрації - пік фактора, аналіз же високочастотної вібрації порушуємо ударним імпульсом, показує, що він досить нетривалий в часі і має тенденцію до «загасання».

Не всі зароджуються дефекти підшипника кочення призводять до появи ударних імпульсів, і досить часто, дефектний підшипник виявляється лише незадовго до відмови, коли в ньому розвивається ланцюжок пов'язаних дефектів, один або кілька з яких стають джерелом ударних імпульсів. І навіть в цьому випадку частота проходження ударних імпульсів може бути настільки великий, що не призведе до зростання такого важливого показника, як пік-фактор.

Так само до недоліків можна віднести те, що при реалізації даного методу, відсутня інформація про вид дефекту і відповідно давати довгостроковий прогноз стану стає практично неможливим, так як різні дефекти мають різний часовий інтервал від зародження дефекту до ступеня розвитку, що приводить до відмови, і можуть складати від декількох місяців до декількох років. Ще одна особливість, яка ускладнює застосування цього методу полягає в тому, що зі збільшенням терміну служби збільшується число дефектів в підшипнику і величина вібрації. Максимальне значення, пік фактора, виявляється в досить короткому проміжку часу, коли в підшипнику є така кількість дефектів, що призводять до порушення одиночних ударних імпульсів в момент проходження кожним тілом кочення дефектної зони кільця підшипника. У міру розвитку кількості і якості дефектів виникають групові ударні імпульси, величина пік фактора знижується і метод стає менш ефективним.

Існує так само метод порівняння потужності сигналу в частотних діапазонах, при якому виділяють певні діапазони частот і порівнюють потужність сигналу, отриманий при поточному вимірі, із заданим рівнем потужності для справного підшипника. Даний метод в основному реалізують на заводах виробників підшипників кочення з застосуванням спеціальних стендів.

Статистичні методи обробки сигналів вібрації. Статистичні методи допомагають виміряти, описати, проаналізувати і змодельовати подібну мінливість навіть при наявності обмеженого обсягу даних. Статистичний аналіз даних може допомогти при формуванні кращого розуміння природи,

термінів і причин мінливості, а в подальшому при вирішенні і навіть попередженні проблем, пов'язаних з такого роду мінливістю.

Таким чином, статистичні методи дозволяють найкращим чином використовувати наявні в розпорядженні дані при прийнятті рішень на стадіях проектування, розробки, виробництва, постачання і технічного обслуговування. Перевагою такого методу є висока інформативність, до недоліків можна віднести потреба у великому обсязі вхідної інформації і значних тимчасових витратах.

Вібраційний стан машин широкого класу успішно оцінюють при діагностуванні за параметрами тимчасового сигналу шляхом вимірювання СКЗ віброшвидкості і віброприскорення.

Виконано досить багато практичних досліджень, які цілком переконливо (зовні) показали можливість застосування такого підходу. При уважному розгляді представлених результатів досить добре видно, що достовірне діагностування цим методом виходить в тому випадку, коли дефект досить сильно розвинений. В основному це відбувається тоді, коли залишковий ресурс підшипника складає 20-40%, а решту терміну служби рідко перевищує кілька тижнів або місяців.

Перевагою цього методу є простота реалізації і низька вартість за рахунок використання елементарної портативної віброізморяючої апаратури. Серед недоліків варто виділити неможливість точного визначення виду дефекту. Для зняття найбільш точної інформації за параметрами вібрації п'єзоелектричний датчик повинен бути встановлений в безпосередній близькості від досліджуваного підшипника.

Діагностування підшипників кочення молоткових дробарок кормів, з метою подальшого визначення залишкового ресурсу, представляється можливим при наявності інформації про взаємозв'язок технічного стану і параметрів вібрації, а також про закономірності зміни технічного стану від напрацювання. Дані припущення і послужили основою для формування завдань подальшого дослідження.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ



ЗБІРНИК ТЕЗ

XI Міжнародної науково-практичної конференції
**«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій
та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»**

<https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdtsamt.2025>



11 квітня 2025 року
м. Житомир

<https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>

УДК 631.2:621.017:615.281:340(477)

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь. PTDSTSAMT-2025» з нагоди 30-річчя започаткування підготовки ОС «Бакалавр» за спеціальністю «Агроінженерія». 11 квітня 2025 року. МОН України. Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Житомир. 2025. 333 с. <https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>.

Рекомендовано до друку методичною радою Житомирського агротехнічного фахового коледжу МОН України (протокол від 10.04.2025 р. № 6)

Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference "Prospects and Trends in Development of Structures and Technical Service of Agricultural Machinery and Tools. PTDSTSAMT-2025." on occasion of the 30th anniversary of the initiation of the preparation of the Bachelor's Entity in the specialty "AgroEngineering". April 11, 2025. Ministry of Education and Science of Ukraine. Zhytomyr Agrotechnical Professional College. Zhytomyr. 2025. 333 p. <https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів Житомирського агротехнічного фахового коледжу, провідних вітчизняних і закордонних закладів вищої освіти та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The collection presents abstracts of reports by scientific and pedagogical workers, researchers, postgraduates and students of the Zhytomyr Agrotechnical Professional College, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, which consider the completed stages of development.

Передрук або інше відтворення в будь-якій формі в цілому або частково матеріалів, опублікованих у цьому віданні, дозволено лише за посиланням на джерело і дотриманням вимог законодавства