

УДК 006.91

Шматко Д.З., к.т.н., Авер'янов В.С., к.т.н., Кочнева О.В., пр.інженер
Дніпродзержинський державний технічний університет

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПІДШИПНИКІВ АКУСТИЧНО-ДІАГНОСТИЧНИМ МЕТОДОМ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

У роботі розглянуто застосування лабораторної установки з акустичного неруйнівного контролю по визначенню виробітки підшипників кочення. Отриманні залежності акустичних показників роботи підшипників від їх напрацювання, а також застосування в них мастильних матеріалів.

Ключові слова: підшипник, спосіб, контроль, руйнування.

В работе рассмотрено применение лабораторной установки акустического неразрушающего контроля по определению выработки подшипников качения. Получены зависимости акустических показателей работы подшипников от их наработки, а также применение в них смазочных материалов.

Ключевые слова: подшипник, способ, контроль, разрушение.

Application of the laboratory setting of acoustic non-destructive control is in-process considered on determination of making of bearing of woobling. Dependences of acoustic indexes of work of bearing are got on their work, and also application in them lubricating materials.

Key words: bearing, method, control, destruction.

Постановка проблеми. Від вірного вибору неруйнівного контролю і діагностики у великій мірі залежить ефективність кінцевого результату – довготривала працездатність об'єктів при мінімальних витратах. Алгоритми випробувань повинна формувати діагностична технологія таким чином, щоб визначити що і як необхідно застосовувати. Технологія повинна передбачати спектр різних конструкцій, контрольно-діагностичних приладів – від ручного до автоматизованого виконання при раціональному сполученні їх застосування в процесах виробництва, випробувань і експлуатації об'єктів. Вона повинна мати широкий спектр алгоритмів і програм діагностування, які виконанні стосовно до конкретних виробів, операціям і задачам знаходження дефектів.

Відомо багато акустичних методів неруйнівного контролю, декотрі з них застосовуються в декількох варіантах. Їх розділяють на дві великі групи: активні і пасивні методи. Активні методи основані на випромінюванні і прийманні пружних хвиль, а пасивні – тільки на прийманні хвиль, джерелом яких служить сам контролює мий об'єкт. До пасивних акустичних методів відносяться вібраційно-діагностичні і шумо-діагностичні. При першому аналізують параметри вібрації окремої деталі або вузла за допомогою приймачів контактного типу, при другому досліджують спектр шумів працюючого механізму або окремої деталі за допомогою мікрофонних приймачів.

Шумо-діагностичний метод служить для діагностики працюючих механізмів, вузлів і деталей. Його важливими перевагами перед іншими методами контролю являється тощо він реагує тільки на дійсно небезпечні дефекти які розвиваються, а також можливість перевірки всього виробу без сканування його перетворювачем.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Питаннями визначення причин руйнування підшипників кочення займаються багато вчених. В останній час набуває поширення застосування пристроїв та приладів неруйнівних способів контролю підшипників кочення [1-5].

Метою роботи являється розробка методики проведення досліджень працездатності підшипників кочення на лабораторній установці методом акустичного неруйнівного контролю та отримання залежностей акустичних показників роботи підшипників від їх напрацювання, а також застосування в них мастильних матеріалів.

Матеріали досліджень. Колективом авторів була створена лабораторна установка (рис.1) на якій були проведені експериментальні дослідження по визначенню діагностичних параметрів підшипників кочення.

Установка складається з рами 1, датчика шуму 2, підшипника кочення 3, опори підшипника 4, проміжного валу 5, муфти пружньо-втулочної 6 та електродвигуна 7. Електродвигун та опора жорстко закріплені на рамі. Установка працює наступним чином. Підшипник, що діагностується 3 встановлюється в опору 4, де фіксується кришкою підшипника з отвором. В отвір кришки на стійці монтується датчик шуму 2. Крутний момент від електродвигуна 7 передається через муфту 6 на проміжний вал 5 на котрому встановлений підшипник. Підшипник починає обертатися та створює шумові коливання. Ці коливання вловлюються датчиком шуму 2 та передаються по кабелю на материнську плату персонального комп'ютера. На моніторі ПК виводяться графічні залежності в

програми (GOLD WAVE) та записуються на жорсткий диск. Живлення електродвигуна здійснюється від мережі змінного струму через пусковий пристрій.

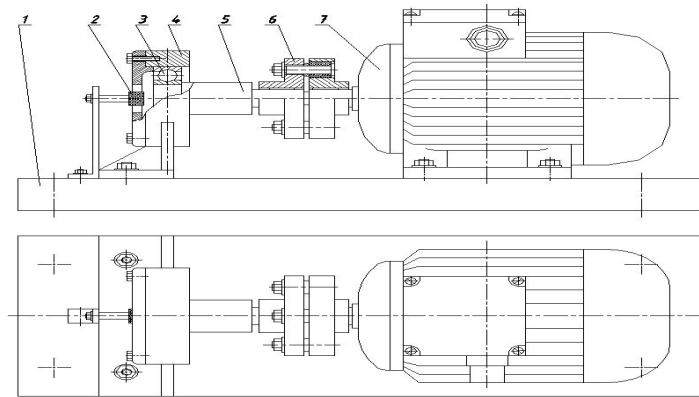


Рис. 1. Схема установки для діагностування підшипників кочення:
1 – рама; 2 – датчик шуму; 3 – підшипник кочення; 4 – опора підшипника; 5 – проміжний вал; 6 – муфта УМВП; 7 – електродвигун 4АМА71А.

GoldWave оснащена усіма необхідними функціями, щоб відповідати всім вимогам, від простого запису і редагування звуку, до складної обробки, відновлення, поліпшення і перетворення звуку. Редактор GoldWave легкий в навчанні і використанні, і дуже гнучкий у налаштуванні. Практично для кожної функції можливо призначити свою гарячу клавішу.

Для фіксування звукових коливання використовувалась програма Gold Wave, котра дозволяє проводити запис з будь-якого джерела, яке підтримує комп'ютер - з мікрофону, лінійного входу або записувати системний звук. Редагування звуку здійснюється такими основними командами, як вирізування, копіювання, вставка, заміна і перезапис. GoldWave має у своєму складі багато звукових ефектів, а також дозволяє налаштувати високі або низькі частоти за допомогою еквайзера, і навіть вирівнювати рівень гучності за допомогою функції Auto Gain.

Корисною можливістю цього редактора є можливість ремастерінга і відновлення звуку зі старих вінілових пластинок або з плівки. Для очищення звуку від шумів можна використовувати шумопоглинання та спеціальні фільтри, що дозволяють позбутися клацань, гулу і шипіння. Можна аналізувати звук за допомогою спектрограм, графіків рівнів і сигналу, та інших корисних графіків.

Редактор оснащений колекцією інших корисних інструментів. Наприклад, за допомогою одного з них ви можете зробити копію CD-диска, або об'єднати декілька файлів в один за допомогою функції File Merger, або навіть генерувати свої звуки завдяки ще одному інструменту.

Діагностика підшипника проводиться на різних частотах обертання, як нового, так і зношеного, як в змащеному стані, так і на суху.

Для експерименту використовувався електретний мікрофон - мікрофон з принципом дії подібним з мікрофонами конденсаторного типу, що використовує в якості нерухокої обкладки конденсатора і джерела постійної напруги пластину з електрету. Використовується здатність цих матеріалів зберігати поверхневий заряд протягом тривалого часу.

Принцип дії гетероелектричного мікрофона – наступний. У такому мікрофоні сама гетероелектрична плівка служить мембраною, при її деформації на її поверхнях виникають різнойменні заряди, які можна зареєструвати, розташувавши електроди безпосередньо на поверхні плівки (на поверхню напилюють тонкий шар металу (алюміній, золото, срібло і т.п.).

Зовнішня напруга живлення подається на U +; відокремлена конденсатором змінна складова сигналу знімається з «Output»; резистор встановлює режим роботи транзистора і вихідний імпеданс – весь цей процес зображено на рис.2.

На відміну від динамічних мікрофонів, що мають низький електричний опір котушки (~ 50 Ом ÷ 1 кОм), електретний мікрофон має надзвичайно високий імпеданс (що має ємнісний характер, конденсатор ємністю порядку десятків пФ), що змушує підключати їх до підсилювачів з високим вхідним опором. У конструкцію практично всіх електретних мікрофонів входить передпідсилювач («перетворювач опором», «узгоджувач імпедансу») на польових транзисторах, рідше на мініатюрних радіолампах з вхідним опором близько 1 ГОм і вихідним опором в сотні Ом, що знаходиться в безпосередній близькості від капсуля. Тому, незважаючи на відсутність необхідності в поляризуючій напрузі, такі мікрофони вимагають зовнішнє джерело електроживлення [10].

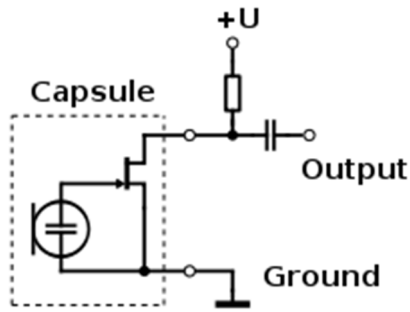


Рис. 2. Типова схема передпідсилювача на вбудованому польовому транзисторі.

Експериментальні дослідження спрямовані на встановлення залежностей величини зносу підшипників, яка визначається довговічністю їх роботи на величину звукових коливань.

Нижче наведені експериментальні дані в табл.1. та залежності звукових коливань випробувань нового і підшипника який пройшов певний термін спрацювання (рис.3).

Таблиця 1

Експериментальні дані випробувань на установці нового підшипника та після спрацювання

Час роботи, год		100	250	500	750	1000
Довговічність L, млн.об.		2,9	7,28	14,55	21,83	29,1
Величина звукових коливань, дБ	Новий підшипник	35	40	45	50	55
	Підшипник який пройшов певний термін спрацювання	45	50	55	60	65

При проведенні експериментальних досліджень з наявності або відсутності змащення в підшипнику, використовувались пластичні (консистентні) мастила. У табл. 2. наведені експериментальні дані випробувань на установці підшипника з застосуванням мастила та без нього, а також залежності звукових коливань від наявності або відсутності мастила в підшипнику (рис.4).

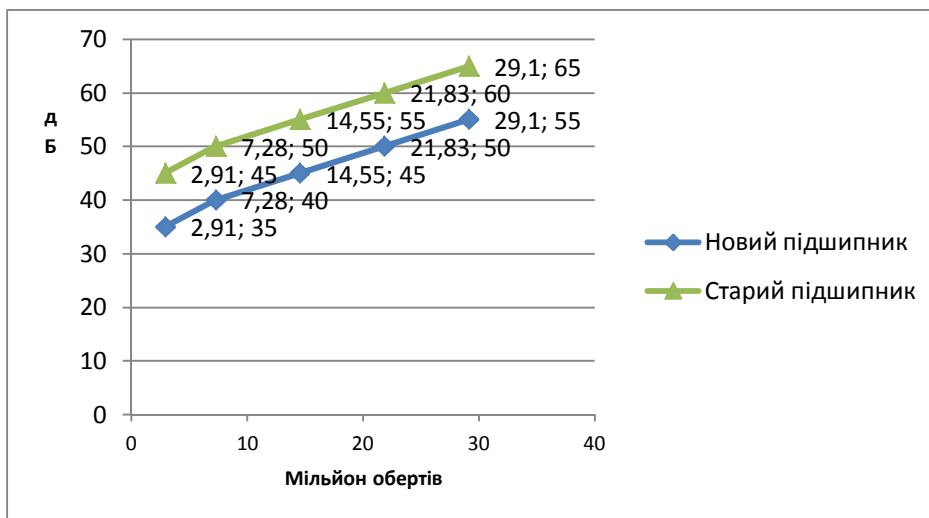


Рис. 3. Залежність звукових коливань від терміну роботи підшипника

Таблиця 2

Експериментальні дані випробувань підшипника з застосуванням мастила та без нього

Час роботи, год		100	250	500	750	1000
Довговічність L, млн.об.		2,9	7,28	14,55	21,83	29,1
Величина звукових коливань, дБ	Підшипник з мастилом	35	40	45	50	55
	Підшипник без мастила	45	50	55	60	65

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

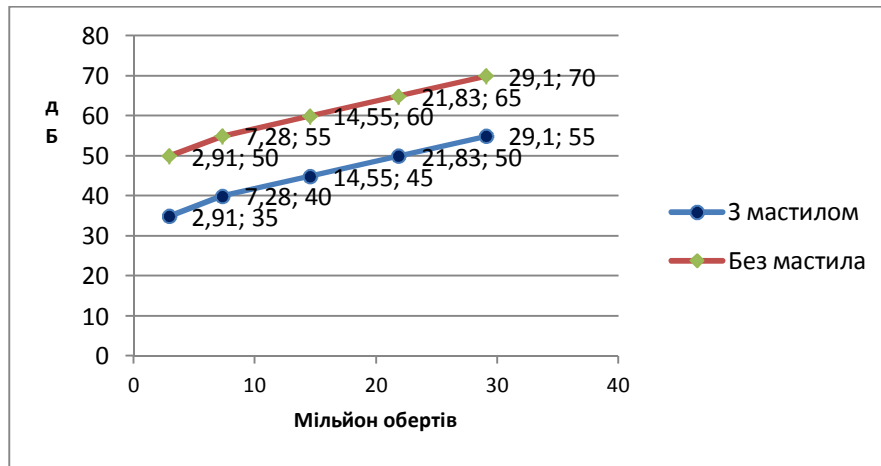


Рис. 4. Залежності звукових коливань від наявності або відсутності мастила в підшипнику

Висновки. Проведені дослідження на лабораторній установці по діагностуванню підшипників кочення акустичним способом. Отримані залежності звукових коливань від терміну роботи (довговічності) підшипника, або від наявності чи відсутності змащення кілець підшипника.

У роботі доведено, що шумодіагностичний спосіб неруйнівного контролю дозволяє виявляти: 1. Виявити дефекти збірки; 2. Виявляти як поверхневі, так і внутрішні дефекти; 3. Виявляти і оцінювати рівень дефектів експлуатації, разом з тим прогнозувати їх розвиток, причому робити це на початковій стадії.

Такі дослідження проводяться з використанням комп'ютерних програм. У нашому випадку використовувалася програма Gold Wave.

1. Неруйнівні випробування: Довідник. / Під.ред. Р. Мак-Мастера. Кн.1. – М. – Л.: Енергія. 1965. – 504 с.
2. Білокур І.П. Дефектологія та неруйнівний контроль. – Київ: Вища шк., 1990. – 207 с.
3. Неруйнівний контроль металів та виробів: Довідник. / Під. ред. Г.С. Самойловича. – М.: Машинобудування, 1976. – 456 с.
4. Білокур І.П., Коваленко В.А. Дефектоскопія матеріалів та виробів. – Київ: Техніка, 1989. – 192 с.
5. Альошин Н.П., Білий В.Е., Вопілкін А.Х. та ін. Методи акустичного контролю металів. – М.: Машинобудування, 1989. – 465 с.
6. Єрмолов І.Н., Альошин Н.П., Потапов А.І. Неруйнівний контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустичні методи контролю: Практ. Посібник. – М.: Вищ. Шк., 1991 – 283 с.
7. Неруйнівний контроль та діагностика: Довідник / В.В. Ключев, Ф.Р. Соснін, А.В. Ковальов та ін.; Під ред. В.В. Ключева. 2-е вид., випр. та доп. – М.: Машинобудування, 2003. 656 с., іл.
8. Крауткремер Й., Крауткрамер Г. Ультразвуковий контроль матеріалів: довідник. Вид. – М.: Металургія, 1991. 752 с.
9. Мартыновский В.А. Использование спектра огибающей высокочастотной вибрации для диагностики подшипников качения / В.А. Мартыновский // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2002. – №3. – С. 17-22.
10. Горбунов А.Г. Диагностика технического состояния подшипниковых узлов / Горбунов А.Г. // Труды ВНИИЭМ, 2000, №2, с. 54-60.