

Планы развития предприятия направлены на совершенствование и расширение номенклатуры виброизмерительной аппаратуры.

Перспективными направлениями являются:

- разработка предварительных усилителей, встраиваемых в датчики, в интегральном исполнении. На их основе появится возможность дальнейшего совершенствования конструкций и улучшения технических характеристик датчиков: габаритно-массовых, амплитудного и частотного диапазона, надежности;
- разработка высокочувствительных вибропреобразователей активных виброзащитных устройств для технологического оборудования, для космических аппаратов и транспортных средств;
- разработка автономных измерительных комплексов для контроля технического состояния зданий и сооружений с радиоканалом передачи результатов измерений в реальном масштабе времени. Такие приборы востребованы строительными и эксплуатирующими организациями, надзорными органами и страховыми службами;
- разработка высокотемпературных пьезоэлектрических первичных преобразователей до 1000°C (вибропреобразователей, датчиков давления, силы и акустической эмиссии), необходимых для контроля состояния оборудования в энергетике, металлургии, нефтехимии и т.д.

Литература

1. URL: (www.globaltest.ru).
2. URL: (www.pcb.com).
3. URL: (www.endevco.com).
4. URL: (www.bksv.com).
5. URL: (www.vibro-meter.com).
6. URL: (www.bay-systems.com).
7. Мелик-Шахназаров В.А., Стрелов В.И., Софьянчук Д.Б., Безбах И.Ж. «Новая конструкция активных виброзащитных устройств» // Письма в ЖТФ, 2012, том 38, вып. 6, с. 61-67.
8. Мелик-Шахназаров В.А., Стрелов В.И., Софьянчук Д.Б., Безбах И.Ж. «Электронные цепи управления для активных виброзащитных устройств нового поколения» // Научное приборостроение, 2012, том 22, №3, с. 17-23.

PROSPECTIVE LINES OF DEVELOPMENT OF VIBRATION – MEASURING EQUIPMENT

Kirpichev A.A.

GlobalTest LLC, Sarov, Russia

The comparative analysis of the main technical characteristics of piezoelectric sensing acceleration devices of the major foreign companies and LLC GlobalTest is presented in the article. According to the results of the analysis, the prospective lines of development of vibration-measuring equipment were determined.

Keywords: piezoelectric sensing device, acceleration, vibration transducer, accelerometer, preamplifier.

УДК: 629.5.03-8.001.18

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЗАПАСА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВ

Кирпичёв А.А., к.т.н.

Общество с ограниченной ответственностью
ООО "ГлобалТест"

В работе представлены результаты экспериментального разрушения подшипников, с использованием стенда имитационного АР7000, предназначенного для имитации различных режимов работы промышленного оборудования и проверки его технического состояния путем обработки измерительной информации с первичных вибропреобразователей

Ключевые слова: вибрация, подшипник, остаточный ресурс.

Подшипники являются самыми распространенными и наиболее уязвимыми элементами любого роторного механизма. Подшипники осуществляют пространственную фиксацию вращающихся роторов и воспринимают основную часть статических и динамических усилий, возникающих в механизме. Поэтому техническое состояние подшипников является важнейшей составляющей, определяющей работоспособность механизма в целом. Целью эксперимента было выведение подшипников

скольжения и качения из строя (для последующего прогнозирования остаточного ресурса) путем искусственного нанесения дефектов таких величин, чтобы подшипники оставались работоспособными и в тоже время эти дефекты имели возможность развития в процессе работы стэнда. В данной статье рассмотрено разрушение подшипника качения (ПК). Для исследования использовался стэнд имитационный, AP7000 (рисунок 1) [1].

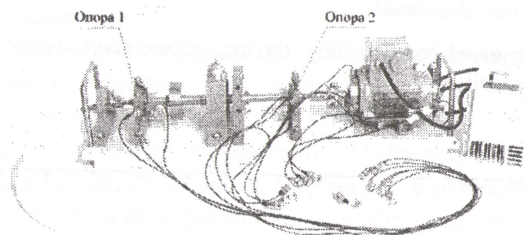


Рис.1. Стэнд имитационный AP7000

Эксперимент проводился на ПК типа DPI 6201RS (рисунок 2а), установленным в первую опору стэнда.



а)



б)

Рис.2. а. новый подшипник качения,
б. вышедший из строя подшипник качения

Спектральный анализ проводился с помощью аппаратного и программного обеспечения [2].

В исходном состоянии, на частоте 30 Гц, уровень вибрации был приблизительно равен 65 дБ (рисунок 3).

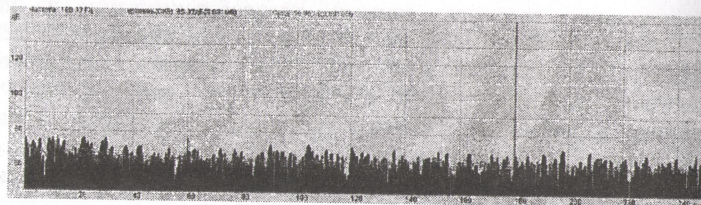


Рис.3. Спектр нового подшипника качения

После внесения дефекта на поверхность качения наружного кольца (исковой сваркой была сделана раковина), на спектре явно стала выделяться частота примерно в 76.4Гц и её гармоники, средний уровень вибрации возрос до 80 дБ (рисунок 4).

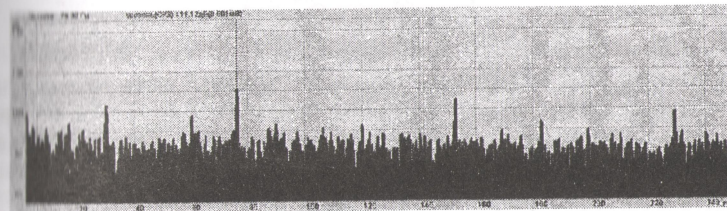


Рис.4. Спектр дефектного подшипника качения

По теории [3], эта частота должна быть равна частоте перекачивания тел качения по наружному кольцу для данного подшипника, т.е. f_H . Чтобы проверить данное утверждение, был произведен расчет основных частот ПК. Чтобы вывести основные частоты, нужно знать основные геометрические размеры подшипника. Их легко измерить с помощью измерительных приборов. Проблема заключалась только в измерении диаметра тела качения (d_{TK}), которая решилась путем разрезания ПК на две части. Теперь, зная, основные геометрические размеры подшипника и зная, что вал вращается с частотой 30 Гц, можно вычислить основные частоты ПК:

= частота вращения подвижного кольца относительно неподвижного:

$$f_{BP} = 30 \text{ Гц};$$

= частота вращения сепаратора относительно наружного кольца:

$$f_C = \frac{1}{2} \cdot f_{BP} \cdot \left(1 - \frac{d_{TK}}{d_C} \cdot \cos \alpha\right) = 10.9 \text{ Гц},$$

где d_{TK} - диаметр тела качения; $d_C \approx \frac{1}{2} \cdot (d_H - d_B)$ - диаметр сепаратора; d_H - диаметр наружного кольца; d_B - диаметр внутреннего кольца; α - угол контакта тел и дорожек качения;

= частота перекачивания тел качения по наружному кольцу:

$$f_H = \frac{1}{2} \cdot f_{BP} \cdot \left(1 - \frac{d_{TK}}{d_C} \cdot \cos \alpha\right) \cdot z = 76.4 \text{ Гц},$$

где z - число тел качения;

= частота перекачивания тел качения по внутреннему кольцу:

$$f_B = \frac{1}{2} \cdot f_{BP} \cdot \left(1 + \frac{d_{TK}}{d_C} \cdot \cos \alpha\right) \cdot z = 133,6 \text{ Гц}.$$

частота вращения тела качения относительно поверхности колец:

$$f_C = \frac{1}{2} \cdot f_{BP} \cdot \frac{d_C}{d_{TK}} \cdot \left(1 - \frac{d_{TK}^2}{d_C^2} \cdot \cos^2 \alpha\right) = 50,9 \text{ Гц}.$$

Как видно из расчетов, частота 76,4 Гц соответствует частоте перекачивания тел качения по наружному кольцу, а присутствие её гармоник (рисунок 4) говорит о диагностическом признаке kf_H , что соответствует дефекту «раковина на наружном кольце». Данную операцию современные диагностические приборы решают в автоматическом режиме.

Каждые три часа снимались показания спектра вибрации в осевом, горизонтальном и вертикальном направлениях. Чтобы подшипник работал под нагрузкой, с помощью устройства изгиба, вал был максимально изогнут, а в оба маховика были ввернуты балансировочные грузы для придания дисбаланса. Через 66 часов ПК вышел из строя. Появились недопустимые для нормальной работы люфты, повредился сепаратор (рисунок 26). Это можно считать за вывод ПК из строя.

Таким образом, в конце измерений накопилось 22 показания по трем направлениям. Самым диагностопригодным и очевидным является осевое направление измерения вибрации. Исходя из этого, получился следующий временной ряд, представленный в таблице 1.

Таблица 1

Номер измерения	Уровень вибрации, дБ.
1	105,2
2	105
3	105,5
4	105,7
5	106,4
6	106
7	106,3
8	106,8
9	106
10	107
11	107,1
12	108
13	108,5
14	108,2
15	109,5
16	110,7

17	111
18	112
19	112,9
20	114,7
21	117
22	118,7

Следующим этапом эксперимента был прогноз работоспособности подшипника. Известен уровень вибрации, при котором ПК вышел из строя, поэтому можно спрогнозировать его остаточный ресурс и сравнить с экспериментальными данными. Для этого использовалась программа прогнозирования «Прогнозирование сроков технического обслуживания судового энергетического оборудования» [4]. Программа предназначена для прогнозирования технического состояния элементов судовой энергетической установки по контролируемому параметру одномерного объекта. Программа позволяет спрогнозировать момент выхода параметра на допустимый уровень по известному допустимому значению контролируемого параметра и рассчитать время упреждения момента технического обслуживания по регламенту, спрогнозировать значение контролируемого параметра в какой-нибудь конкретный момент времени. Также при необходимости программа производит корректировку прогноза.

На рисунке 5 представлен график изменения уровня вибрации ПК на частоте перекачивания тел качения по наружному кольцу.

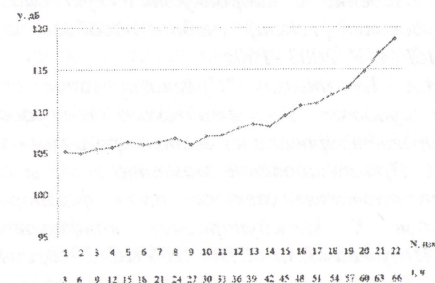


Рис. 5. График изменения уровня вибрации ПК

К 22-ому измерению уровень вибрации ПК вышел за допустимый уровень. Можно ли было спрогнозировать время выхода подшипника из строя?

Первые 14 измерений переносятся в программу. Результаты расчета, с учетом поправки параметра тренда, оптимизируя его, используя энтропийную и относительную приведенную погрешности, показали, что контролируемый параметр достигнет допустимого уровня в момент времени $T=21,85$, т.е. на 22-ом измерении,

что в полной мере подтверждает эксперимент (рисунок 6). При этом упреждение прогноза составило $((22-14) \times 3) = 24$ часа с погрешностью не более 2-х часов [5].

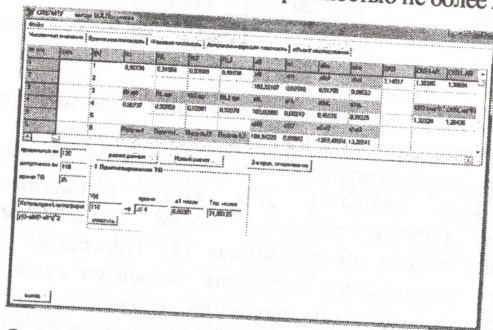


Рис. 6. Окно программы «Прогнозирование сроков технического обслуживания судового энергетического оборудования», ПК

Литература

1. URL: (www.globaltest.ru).
2. URL: (www.zetms.ru).
3. Баркова Н.А. Введение в виброакустическую диагностику роторных машин и оборудования [Текст]: учебное пособие / Баркова Н.А., - СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2003.-160с.
4. Максимова М.А. Программа "Прогнозирование сроков технического обслуживания судового энергетического оборудования" Свид-во № 2011614934. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 23.06.2011
5. Погуляева М.А. Прогнозирование момента замены смазки подшипников качения, с использованием метода пик – фактора [Текст]: сборник научных трудов X Международной конференции. Трибология и надежность / Погуляева М.А., - СПб: ПГУПС, 2010, с. 49-56.

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF THE SAFETY PERFORMANCE OF BEARINGS

Kirpichev A.A., research engineer
GlobalTest LLC, Sarov, Russia

Bearings are the most widespread and most vulnerable elements of any rotary mechanism. Bearings shall spatial fixing rotors and accept most of the static and dynamic forces arising in the mechanism. Therefore the technical condition of bearings is the major component determining working capacity of the whole mechanism[4].

Keywords: vibration, bearing, residual lifetime.

УДК: 620.179.14

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТАНОВКИ "БОЗОН" ДЛЯ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ ПРОВОЛОКИ

Куценко Д.О., Араkelов П.Г., аспиранты
Московский государственный университет
приборостроения и информатики

Описано программно-аппаратное обеспечение вихретоковой установки "БОЗОН" для комплексного контроля качества сверхпроводящей проволоки. С помощью разработанного программно-аппаратного обеспечения осуществляется калибровка установки, отображение результатов контроля в реальном времени и вывод статистических данных о контролируемых параметрах с координатной привязкой.

Ключевые слова: вихретоковый контроль, программное обеспечение, сверхпроводящая проволока.

Для дефектоскопии медной оболочки сверхпроводящей проволоки с одновременным измерением отношения "медь/не медь" в ней в НУЦ «КАСКАД» МГУПИ разработана вихретоковая установка «БОЗОН», в которой обработка информации и ее представление осуществляется с помощью ПК. Установка «БОЗОН» состоит из измерительной части, включающей вихретоковый преобразователь (ВТП) и электронный блок (ЭБ), а также из программно-аппаратного обеспечения, включающего АЦП и привод подачи с датчиком пути (ДП). Измерительная часть установки «БОЗОН» описана в работе [1]. Данная статья посвящена разработанному для нее программно-аппаратному обеспечению.

Привод подачи проволоки состоит из каркаса с укрепленными бобинами, одна из которых свободно вращается вокруг своей оси, а вторая – приводится в движение электрическим асинхронным двигателем с многоступенчатым редуктором. Между катушками расположены направляющие из фторопласта и ВТП (рис.1-а,б).