

5. Бутковский ВА, Мельников Е.М. Технология мукомольного крупяного и комбикормового производства. М: ВО Агропромиздат. 1989.

## **О ВАЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ПЕРЕД ИХ УСТАНОВКОЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**Алексей Панфилов, студент гр. Э-31**

**(Научный руководитель - д.т.н., проф. Грунтович Ник. Вас.)  
Гомельский государственный технический университет имени  
П.О.Сухого, г.Гомель, Республика Беларусь**

Промышленные предприятия активно занимаются техническим перевооружением парка электрических машин, направленным на улучшение технологических характеристик и надежности функционирования оборудования. Подшипники качения, как элемент роторных механизмов, являются наиболее уязвимой частью асинхронных двигателей. Ущерб, причиняемый периодическим ремонтом электрических двигателей во время эксплуатации, столь велик, что актуальность диагностирования подшипников качения роторных механизмов без их разбора не вызывает сомнений. Причиной неполадки работы устройства может быть также связан с установкой нового подшипника качения низкого качества, что приводит к дополнительным затратам как на ремонт электрических двигателей, так и дополнительным издержкам связанных с нарушением технологического процесса.

Учитывая низкое качество подшипников, которые поступают на промышленные предприятия в огромном количестве, организации несут убытки в сотни миллионов долларов ежегодно [1]. Имеются претензии к качеству подшипников качения производителей России, Китая, Украины, Беларуси. На сегодняшний день существуют разные требования к качеству подшипников качения как у производителей, так и у потребителей. На предприятиях более жесткие требования к уровню вибрации новых подшипников качения. Поэтому вопрос ранней диагностики подшипников качения методами без разборного контроля позволит своевременно решить задачи выхода из строя электрооборудования и технологической системы в целом.

Для диагностирования подшипников качения перед их установкой на механизм разработан и изготовлен специальный виброакустический диагностический стенд для проверки подшипников качения с внутренним диаметром  $d_{вн} = 25-160$  мм (рисунок 1). На стенде можно диагностировать по частоте и амплитуде вибрации как новые подшипники качения, так и бывшие в эксплуатации. Стенд состоит из станины, асинхронного электродвигателя, корпуса подшипника скольжения, который крепится болтами к станине. Вращение от двигателя на вал подшипника скольжения передается ременной передачей. Внутреннее кольцо подшипника качения зажимается специальными дисками с гайкой. Наружное кольцо зажимается двумя рычагами. На стенде можно создавать радиальную и осевую нагрузку на

подшипник качения. На наружное кольцо при помощи магнита крепится вибродатчик ускорения (5-5000 Гц или 5-20000 Гц). На вал подшипника скольжения насаживаются оправки для каждого типоразмера подшипника качения.

Сигнал с вибродатчика ускорения через усилитель заряда и согласующее устройство передается в компьютер. На стенде можно устанавливать однофазный или трехфазный асинхронный двигатель (в зависимости от места проведения эксперимента) [1,2].

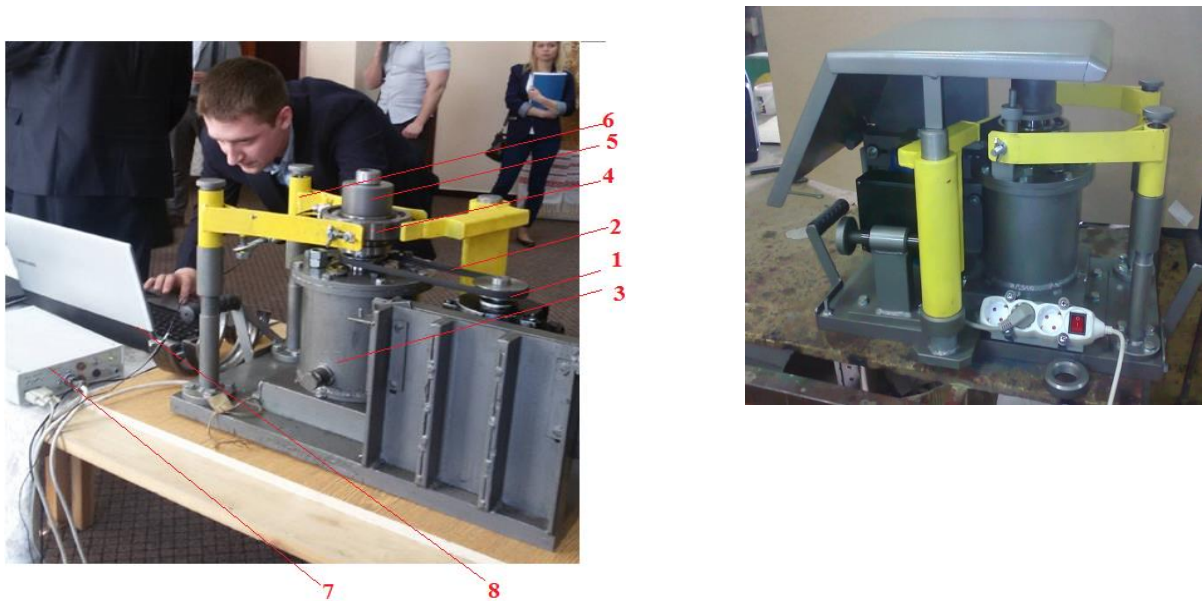


Рисунок 1 - Стенд для входного контроля подшипников качения: 1- вал асинхронного электродвигателя со шкивом; 2 – ременная передача; 3- корпус подшипника скольжения; 4- диагностируемый подшипник качения; 5 – прижимная гайка; 6 – два рычага для торможения наружного кольца подшипника качения; 7 – преобразователь сигнала; 8 – персональный компьютер с программой «Таямница-2».

На основе критерия минимакса [1] разработана диагностическая модель, алгоритм и программа «Таямница-2» для диагностирования подшипников качения и асинхронных двигателей, что позволяет выявлять дефекты и вычислять степени риска отказов [2].

Поступающий от датчиков сигнал записывается в компьютере. Далее, используя преобразование Фурье данный сигнал представляется в виде виброакустической характеристики. По оси абсцисс откладывается частота вибрации от 2 до 5000 Гц, а по оси ординат – амплитуда сигнала виброускорения в логарифмическом масштабе (Дб) (рисунок 2). В данной программе  $a_0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$ . Компьютерная программа позволяет выделять окна в спектре и изображать две виброакустические характеристики одновременно на экране. Для диагностируемого подшипника качения подбирают оправку. После установки подшипников качения на диск оправки, внутреннее кольцо зажимают к валу подшипника скольжения. Полученные спектры вибрации анализирует

специалист, зная частоты вибрации различных дефектов. Эти спектры можно обрабатывать при помощи специальной диагностической программы с выдачей протокола дефектов.

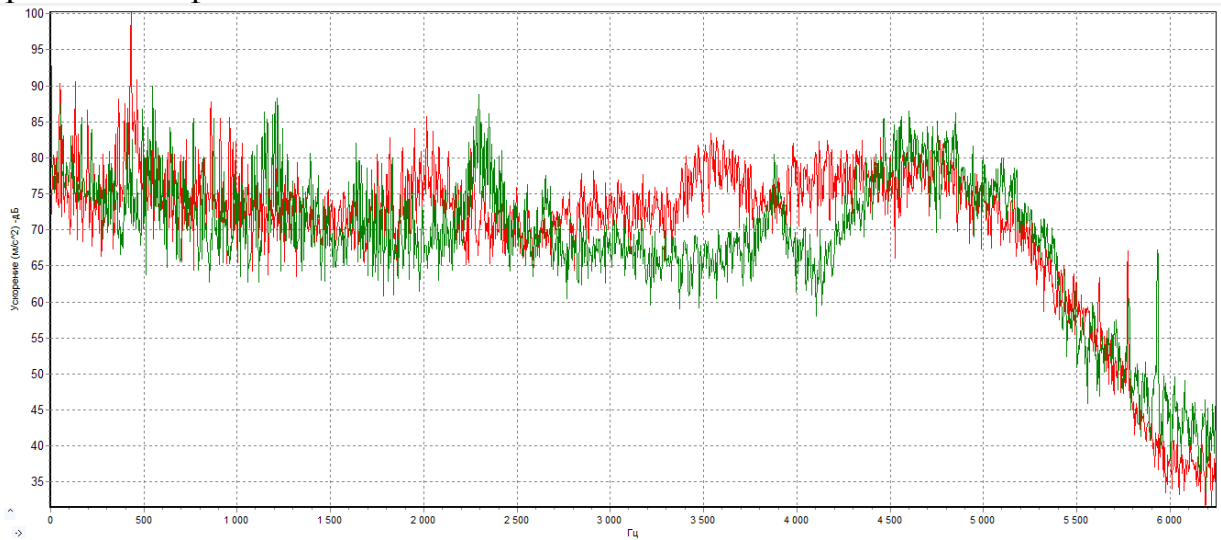


Рисунок 2 – Спектр вибрации подшипников качения (зеленым – на средних оборотах работы двигателя; красным – на средних оборотах работы двигателя)

Авторами было проверено диагностирование складского резерва химического производства 36 подшипников следующих производителей: ГПЗ, ГП323, Украина, FAG, СП34, SKF, MPZ. Качество подшипников качения оценивалось по уровню вибрации в диапазоне 0-500 Гц и 600-5000 Гц.

В диапазоне 0 - 500 Гц выявляются дефекты, обусловленные геометрией узлов подшипников качения: овальность внутреннего кольца, некруглость тел качения, неравномерность тел качения, грубая обработка поверхности колец. Диапазон 600 – 5000 Гц - это класс точности обработки, микроволнистости колец и тел качения.

При диагностировании новых подшипников (выборка по 19 подшипниковым заводам) химического предприятия установлено, что в диапазоне 5-500 Гц годными к эксплуатации признаны 69,4 % исследуемой выборки. В диапазоне 500-5000 Гц годными к эксплуатации признаны 48,4% подшипников из-за низкого класса точности обработки и недопустимо высокого уровня вибрации [2].

Литература:

1. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования : учеб. пособие / Н. В. Грунтович. – Минск: Новое издание; М. : ИНФА–М, 2013. – 271 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Панфилов А.М., Петров И.В., Грунтович Н. В. Применение компьютерных программ в исследовании подшипников качения. Современные проблемы машиноведения: тез. Докл. XII Междунар.науч.-техн. конф. (научн.

Чтения, посвящ. П. О. Сухого), Гомель 22-23 ноября 2018 г./ М-во образования Респ. Беларусь, Гомельский гос. техн. ун-т им. П.О. Сухого, ОАО «ОКБ Сухого»; под общ. Ред. С.И. Тимошина,- Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2018. – 404 с., стр.

## **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

**Ник. Вас. Грунтович<sup>(1)</sup>, д.т.н. проф., Над. Влад. Грунтович<sup>(1)</sup>, д.т.н. проф., П. М. Колесников<sup>(2)</sup> - инженер**

**<sup>(1)</sup>Гомельский государственный технический университет  
им. П.О.Сухого, г. Гомель, РБ,**

**<sup>(2)</sup> ОАО «Гомельтранснефть Дружба», г. Гомель, РБ**

Остаточный ресурс силовых маслонаполненных трансформаторов зависит от: завода-изготовителя; отработанного времени; сложившейся системы технического обслуживания и ремонта; режимов эксплуатации трансформаторов; квалификации специалистов, выполняющих техническое диагностирование.

Увеличивает риск повреждения трансформаторов существующая практика недостоверного диагностирования. Выполненное комплексное техническое диагностирование 10 трансформаторов позволило выявить некоторые проблемные вопросы, снижающие достоверность диагностирования:

1. Хроматографический контроль горючих газов.

Достоверность составляет 70-80%. Это определено еще 20 лет назад рабочей группой СИГРЭ 15.01. Поэтому кроме белорусской методики необходимо применять другие, например, методику Дорненбурга. Наряду с хроматографией обязательно нужно контролировать частичные разряды. Достоверность повышается до 100%.

2. Оценка степени пресовки обмоток и магнитопровода по общему уровню вибрации в диапазоне 10-1000 Гц. Достоверность диагностирования составляет 50-60%. Необходимо измерять амплитуду вибрации в диапазоне 10-5000 Гц. Достоверность выявления дефектов повышается до 80-90% [1].

3. Регистрацию частичных разрядов необходимо выполнять каждые 6 месяцев вместе с хроматографическим контролем горючих газов. Достоверность выявления дефектов повышается до 100%. В определенных условиях ЧР переходят в электрическую дугу, которая повреждает узлы трансформатора. 60-70% повреждения вводов и обмоток происходит при интенсивном развитии ЧР. Из 10 трансформаторов в 5 трансформаторах выявлены ЧР малой мощности. Хроматография не показала наличия горючих газов.

4. Измерения потерь холостого хода и измерения сопротивления короткого замыкания  $Z_k$  малоинформативны и бесполезны. Эти измерения можно проводить как дополнительные при предельном уровне вибрации бака трансформатора.