

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. Установлено, что на предприятия Республики поступает около 50 % подшипников качения низкого качества. Вибродиагностирование новых подшипников качения в диапазоне от 5 до 5000 Гц выявило от 40 до 60 % бракованных подшипников. Определены основные дефекты новых подшипников качения и соответствующие этим дефектам частоты вибрации. Предложен способ по уменьшению микроволнистости поверхности колец подшипников качения за счет удаления загрязненной смазки и добавления в обычную новую смазку специального сверхпластичного материала.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что внедрение средств диагностирования является одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности использования оборудования. В последние годы были предложены новые методы диагностирования, появилась возможность дистанционного контроля и испытаний без вывода оборудования из работы. Для механизмов роторного типа (турбины, электродвигатели, генераторы, насосы, вентиляторы, редукторы и т.д.) широкое распространение во всем мире получили методы контроля, базирующиеся на измерении параметров вибрации. Основными преимуществами вибродиагностики являются возможность обнаруживать скрытые дефекты, получать информацию о состоянии оборудования, находящегося в труднодоступных местах, а также проводить мониторинг и получать информацию о дефекте еще на стадии его появления.

Определены спектры вибрации в диапазоне от 5 до 6000 Гц, соответствующие дефектам в подшипниках качения, что позволяет выявить их дефекты как до установки на рабочий механизм, так и в процессе эксплуатации [1, 2].

Неисправности подшипников качения ускоряют выход двигателя из строя [3]: 13 % неисправностей электрических двигателей вызваны неисправностями подшипников; более 60 % механических неисправностей на предприятии вызваны износом подшипников. Важно знать, как устранять эти потенциальные проблемы.

Проведенные на специальном вибродиагностическом комплексе (рисунок 1) исследования показали, что на предприятия Республики поступает около 50 % подшипников качения низкого качества. Причем в диапазоне 5–600 Гц по уровню вибрации количество бракованных подшипников составляло около 40 % от исследуемой выборки, а в диапазоне 600–5000 Гц бракованных подшипников уже составило около 60 %. Были проверены подшипники качения порядка 20 различных фирм-производителей. Основными дефектами новых подшипников являются разноразмерность тел качения, повышенная микроволнистость колец (низкий класс обработки), некруглость тел качения и овальность внутреннего кольца.

Впервые была предпринята попытка по уменьшению влияния микроволнистости поверхности колец подшипников качения на уровень их вибрации и срок службы, используя различные смазки (рисунок 2).

Методика проведения эксперимента включала несколько этапов:

- 1) удаление заводской смазки с помощью дизельного топлива;
- 2) подготовка смеси, состоящей из глицерина с добавлением мелкодисперсного абразивного вещества (5–10 мкм);
- 3) с помощью пипетки окружность колец подшипника качения промазывалась смесью в нескольких местах;
- 4) создавалась равномерная нагрузка около 1 кг;
- 5) обеспечивалась частота вращения внутреннего кольца 24,4 Гц на протяжении 25–30 минут, при этом каждые 60 град. наружное кольцо перемещалось по отношению к внутреннему;
- 6) по истечении этого времени подшипник качения промывался от глицерина с абразивным порошком с помощью дизельного топлива;

- 7) закладывалась смазка MANNOL LC-2, OI MOL KSC WR2, Литол-24 РФ;
 8) обеспечивалась частота вращения внутреннего кольца на 25–30 минут.

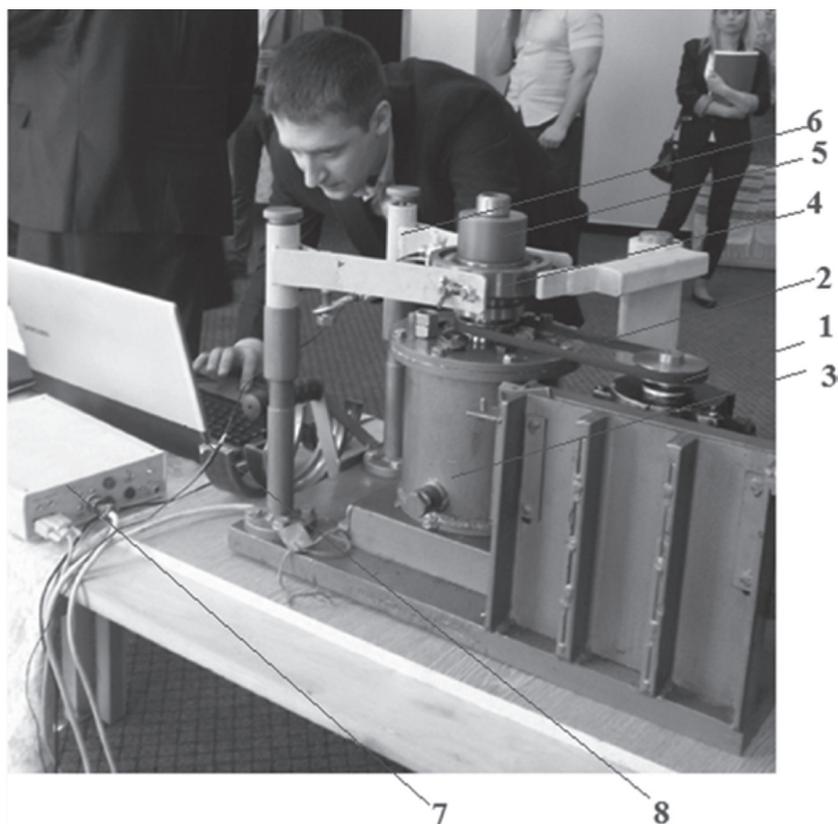


Рисунок 1. – Стенд для диагностирования подшипников качения:

- 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»

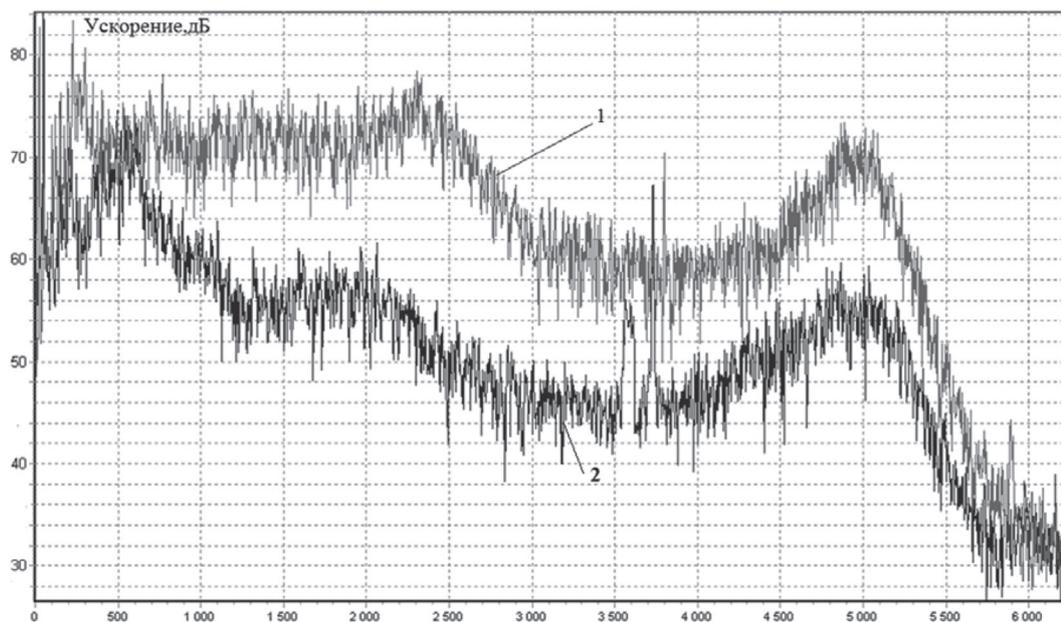


Рисунок 2. – Вибродиагностирование (частота до 5000 Гц):

- 1 – подшипник № 409 до обработки (восстановления);
 2 – после обработки ($t=25$ мин) и смазки MANNOL LC-2

Имели место и неудачные попытки проведения эксперимента, пока не была отработана технология.

Как показывает практика, в процессе эксплуатации под воздействием различных факторов возникает множество дефектов: бринелирование, наклеп, задиры, выбоины, микрораковины на кольцах коррозия, износ сепаратора и прочие дефекты.

Во время исследований на стенде изношенных подшипников было установлено, что около 40 % подшипников во время ремонта оборудования снимается с механизма в хорошем техническом состоянии. Возможный остаточный ресурс таких подшипников может составить $T_{ост} \approx 20000-30000$ ч работы.

После удаления старой смазки и набивки новой смазки, вибрация изношенного подшипника на стенде существенно уменьшалась. Однако не во всех случаях простая замена смазки давала положительный результат. Подобные операции по замене смазки были выполнены на рабочих механизмах одного из предприятий.

На кольцах подшипников во время длительной работы образуются микрораковины. После удаления загрязненной смазки в обычную новую смазку добавляют специальный сверхпластичный материал. При этом вибрация подшипника уменьшается, срок службы подшипников увеличивается. Сверхпластичный материал уменьшает влияние микрораковин на дальнейший износ подшипников.

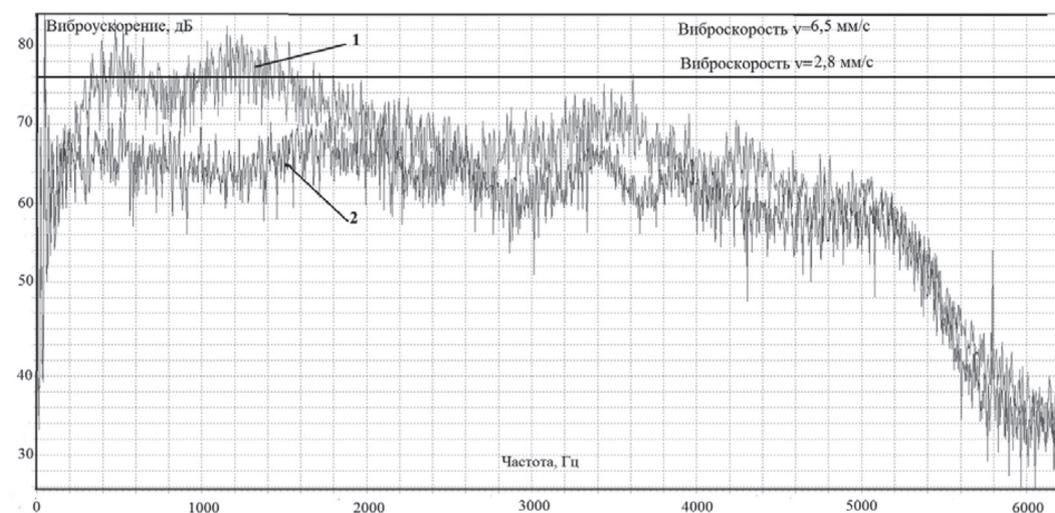


Рисунок 3. – Спектр вибрации ПК 311 № 3 до 6000 Гц:

1 – со старой смазкой, 2 – после удаления старой смазки и добавления новой

Выводы:

Можно рекомендовать три способа для повышения безотказности подшипников качения и увеличения срока службы:

- обязательное вибродиагностирование подшипников качения на специальном стенде перед установкой на механизм. На механизм необходимо ставить подшипники с минимальной вибрацией при виброскорости $v \leq 2,8$ мм/с;
- выявленную повышенную микроволнистость на кольцах можно устранить, используя различные смазки, согласно представленной методике;
- добавление сверхпластичного материала в используемой смазки подшипников уменьшает влияние микрораковин на дальнейший износ подшипников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Учебное пособие. Мн. «Новое знание»; М.: ИНФРА-М, 2017 г. – 271 с. (Высшее образование: Бакалавриат).
2. Грунтович, Н. В., Петров, И. В., Кирдищев, Д. В. Гипоциклоида частоты вибрации подшипников качения. Тезисы докладов 3-ой Международная конференции с элементами научной школы «Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах», Тамбовский государственный технический университет, 25–27 апреля 2016 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации; Т. И. Чернышова, отв. ред. – Тамбов: Изд-во Першина Р. В., 2016, с. 288–289.

3. 13 распространенных причин неисправности электродвигателей. Компания Диполь, 2018. Интернет-ресурс https://www.dipaul.ru/pressroom/13_prichin_neispravnosti_elektrodvigatelay/. Дата открытого доступа 24.02.2019.

HRUNTOVICH NAD. VL., HRUNTOVICH NIC. VAS.
Educational Establishment «Sukhoi State Technical University of Gomel»

IMPROVEMENT OF ROLL BEARINGS RELIABILITY IN OPERATING CONDITIONS

Summary. *It has been established that about 50 % of low quality rolling bearings come into the enterprises of the republic. The vibration diagnostics of new rolling bearings in the range from 5 to 5000 Hz has revealed from 40 % to 60 % of rejected bearings. The main defects of new rolling bearings and the vibration frequencies corresponding to these defects are determined. A method is proposed for reducing the surface microwaviness of rolling bearing rings by removing contaminated lubricant and adding a special superplastic material to the new standard lubricant.*