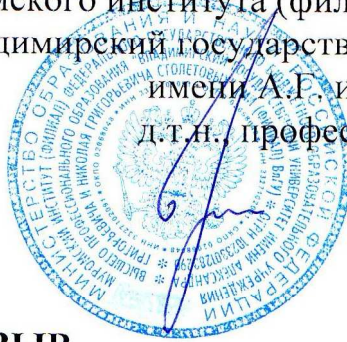


Утверждаю
Первый зам. директора
Муромского института (филиала) ФГБОУ ВПО
«Владимирский государственный университет
имени А.Р. и Н.Г. Столетовых»,
д.т.н., профессор А.Л. Жизняков



«03» декабря 2014

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Андросовой Елены Борисовны

«Метод контроля шариковых подшипников с учётом виброударного режима»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий»

Диссертационная работа Андросовой Елены Борисовны посвящена разработке метода диагностирования (контроля) подшипников качения с возможностью выявления возникновения виброударного режима.

Актуальность исследования.

В настоящее время, в связи с наращиванием производственных мощностей и увеличением скоростных режимов оборудования, а также совершенствованием конструкций механизмов требуется надёжность, безотказность и долгосрочная работа узлов трения. Для обеспечения безопасности и высокой производительности любого механизма необходимо осуществлять контроль его технического состояния в реальном времени. Поэтому особую актуальность приобретает решение задач, направленных на достоверное определение фактического состояния отдельных элементов и узлов механизмов и машин, с целью своевременного выявления и предотвращения аварийных состояний. Совершенствование существующих методов диагностирования, а также разработка новых методик контроля технических объектов, находящихся в эксплуатации, сервисном обслуживании и ремонте в настоящее время являются важными задачами.

Подшипниковые узлы являются распространёнными конструктивными элементами различных механических систем. Состояние подшипникового узла влияет на эксплуатационные показатели всего объекта. Механические соударения деталей подшипника при его работе – побочный и неприятный эффект, вызванный несовершенством элементов, повреждениями смазочного слоя и другими возможными факторами. Наличие механических соударений может приводить к возникновению виброударного режима в подшипнике, который приводит к увеличению динамических нагрузок, нарушает законы движения тел качения по желобам колец подшипника, количество контактов микронеровностей деталей подшипника увеличивается, трибосопряжения входят в режим смешанного (или граничного) трения, что сопровождается ростом интенсивности практиче-

ски всех видов изнашивания. Для повышения надёжности и быстрого выхода из строя подшипника качения необходимо выявлять факт возникновения виброударного режима при его эксплуатации.

В связи с вышесказанным, диссертационная работа Е.Б. Андросовой, направленная на создание объективного метода диагностирования подшипниковых узлов с возможностью контроля наличия виброударного режима является актуальной, что также подтверждается участием автора в проектах, финансируемых Министерством образования и науки РФ № 7.2668.2011 «Теория и принципы интеллектуализации электрических методов мониторинга узлов трения»; № 14.132.21.1603 «Разработка метода и средств функционального контроля и диагностирования подшипников в элементах промышленных систем и оборудования».

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

- получены, базирующиеся на теории механического взаимодействия твёрдых тел, теоретические зависимости, характеризующие влияние параметров соударений элементов подшипника качения, микропроцессов акустической эмиссии и кавитации, характеристик микротопологии поверхностей трибосопряжений на параметры функции электрического сопротивления подшипника качения;
- разработан метод диагностирования, основанный на физическом принципе получения электрической диагностической информации из зоны трения, отличающийся возможностью определения наличия виброударного режима в подшипнике качения с помощью синтезированных диагностических параметров;
- разработан алгоритм обработки сигнала электрического сопротивления, полученного из зон трения работающего подшипника качения, основанный на статистическом и спектральном анализе временной функции электрического сопротивления, позволяющий установить факт возникновения виброударного режима по флуктуациям функции электрического сопротивления подшипника.

Значимость для науки полученных результатов заключается в получении математических моделей, связывающих факторы, влияющие на возникновение механических соударений, и параметры функции электрического сопротивления подшипника качения. Разработан метод диагностирования, позволяющий выявлять наличие виброударного режима при работе подшипника качения в реальном времени, а также алгоритм обработки электрического сигнала, позволяющий в перспективе получить новые научно обоснованные методы диагностирования с улучшенными характеристиками.

Значимость для производства заключается в возможности непосредственного применения метода при входном контроле подшипников на различных производственных предприятиях и функциональной диагностики различных технических объектов. Также метод, алгоритм и методики могут использоваться при испытаниях и исследованиях подшипников качения.

Апробация результатов диссертационной работы

По теме диссертационной работы автором опубликовано 4 печатных работы, входящих в перечень ВАК, патент на полезную модель.

Исследования проводились в рамках: государственного задания № 7.2668.2011 «Теория и принципы интеллектуализации электрических методов мониторинга узлов трения»; № 14.132.21.1603 «Разработка метода и средств функционального контроля и диагностирования подшипников в элементах промышленных систем и оборудования».

Результаты прошли опытно промышленную апробацию на предприятиях региона (ЗАО «Счётприбор», ОАО ГМС Насосы, ТТП).

Содержание диссертации.

Диссертационная работа изложена на 227 страницах машинописного текста, содержит 64 рисунка и 18 таблиц. Состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников, включающего 204 наименований, и 6 приложений.

Во введении обоснована актуальность работы, определена ее цель и кратко изложены задачи исследования.

В первой главе рассмотрены явления механических соударений, кавитации, акустической эмиссии, а также вопросы, связанные с микротопологией поверхностей деталей подшипника и гидродинамической теорией, показана их взаимосвязь и влияние на возникновение виброударного режима в подшипнике качения. Проведен анализ известных методов диагностирования подшипников, показавший необходимость создания метода, обеспечивающего возможность выявления виброударного режима, и преимущества электрического сопротивления трибосопряжений, как носителя диагностической информации. Были сформулированы цель и основные задачи диссертационной работы.

Во второй главе предложена схема возникновения виброударного режима, которая поясняет взаимосвязи происходящих процессов в зонах трения подшипника качения, а также представлен анализ распределения нагрузки в подшипнике, на основе которого определены границы зоны нагружения, где возможно возникновение исследуемого режима. Разработана математическая модель, раскрывающая влияние параметров механических соударений деталей подшипника, процессов акустической эмиссии и кавитации на параметры функции электрического сопротивления подшипника качения. Математическое моделирование сопротивления подшипника базируется на положениях теорий: контакта реальных поверхностей; электропроводности контакта двух шероховатых тел; контактной гидродинамики; упругости.

В отличие от ранее известных моделей, в разработанной математической модели при расчете сопротивления подшипника учитывается наличие 2-х видов трения: скольжения и качения, а также влияние процессов кавитации, акустической эмиссии и неоднородного распределения смазочного материала.

Предложено модельное представление импульса сигнала электрического сопротивления, поясняющее выдвинутую соискателем гипотезу о резком паде-

нии электрического сопротивления при соударениях и проскальзывании тел качения в подшипнике.

В заключении главы сформулирован физический принцип, на основе которого разработан метод диагностирования шариковых подшипников с учётом виброударного режима.

Третья глава посвящена разработке метода и методики контроля виброударного режима в подшипнике качения. Рассмотрены возможные режимы трения при возникновении соударений и их математическое описание. Проведён анализ частот движения подшипника качения, которые отражают кинематику и ударные процессы, а также представлено их математическое описание. Отмечено, что информативные частотные составляющие сигнала коррелируют с кинематическими частотами.

Метод основан на электрорезистивном принципе получения диагностической информации, основанный на том, что смазочный слой имеет низкую проводимость электрического тока и при его повреждении под воздействием различных факторов проводимость подшипника в целом увеличивается. А именно, соударения и другие исследованные факторы приводят к микроразрывам смазочной плёнки. Анализируя сигнал электрического сопротивления по параметрам: скорости падения сопротивления, времени ударного импульса и импульса проскальзывания, значение до которого падает сопротивление и проведя спектральный анализ сигнала делается вывод о наличии виброударного режима и даётся диагностическое заключение.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований сигнала сопротивления при различных режимах работы с целью проверки правильности теоретически положений и работоспособности предложенного метода. Исследования подтвердили зависимость электрического сопротивления от наличия виброударного режима.

Экспериментально подтверждена работоспособность предложенного метода при различных типах подшипников качения.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы. Научные результаты, представленные в диссертационной работе целесообразно использовать на предприятиях машиностроительного профиля при проведении входного контроля подшипников качения и в ходе всех стадий испытаний подшипниковых узлов. Математическая модель и результаты теоретических исследований могут быть полезны при проведении новых НИР и НИОКР.

Замечания по диссертационной работе

1) В тексте диссертации присутствует математическое описание процессов, которые приводят к возникновению виброударного режима, но в завершении главы 2 отсутствует однозначная аналитическая зависимость функции сопротивления подшипника от параметров этих процессов.

2) В экспериментальном разделе указано, что метод реализуется при условии подачи постоянного напряжения, подаваемого на исследуемый подшипник, однако в тексте работы отсутствует развёрнутое обоснование выбора значения этого напряжения, а, как известно, большое по амплитуде напряжение может

пробивать тонкую плёнку, что предположительно делает метод не работоспособным.

3) Диссертация не лишена стилистических неточностей и опечаток.

Отмеченные недостатки не влияют на основные теоретические и практические результаты работы.

Заключение

Тематика исследования актуальна и диссертация имеет как научное, так и прикладное значение. Представленные в работе результаты исследований достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. В работе проведено научное обоснование и разработка нового метода контроля подшипников качения с учётом виброударного режима на базе электрорезистивного сигнала, что соответствует области исследования паспорта специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Диссертационная работа выполнена на требуемом научном уровне, написана понятным научно-техническим языком, содержит достаточное количество пояснений, рисунков, таблиц и соответствует требованиям п.9, 10, 11 Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи обеспечения эффективного контроля возникновения виброударного режима в подшипниках качения, имеющей существенное значение для повышения качества и безопасности технологического оборудования, машин, механизмов и прочих техногенных объектов, а ее автор, Андросова Елена Борисовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры «Управление и контроль в технических системах» «03» декабря 2014 года, протокол № 7.

Сведения о лице, составившем отзыв:

ФИО: Дорофеев Николай Викторович

Уч. степень и звание: к.т.н., доцент

Место работы и должность: зав. кафедрой «Управление и контроль в технических системах» МИ (филиала) ВлГУ

Контактные данные:

Почтовый адрес: 602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23

Телефон: 8 (49234) 77-236

E-mail: itpu@mivlgu.ru

Личная подпись:



Н.В. Дорофеев