Диагностика подшипников качения

Послан Сергей - 01.03.2013 13:06

Ассоциация ВАСТ много внимания уделяет вопросам диагностики железнодорожного подвижного состава. Как я понимаю, там основная проблема – диагностика подшипников качения ходовой части, в России их ресурс много меньше, чем в Европе. В чем же особенность диагностики на железной дороге, затрудняющая диагностику подшипников, ведь на сегодня есть много способов решения этой задачи? А почему не использовать несколько способов одновременно, если одним задачу не решить? И почему нет норм на вибрацию, и не проводится ее стандартный контроль до 1000Гц?

==========

Re: Диагностика подшипников качения

Послан Барков - 07.04.2016 14:30

Диагностика подшипников качения по току может проводиться только опосредовано. Направлений такой диагностики из того, что я встречал в литературе - два

Первое - по току утечки через смазку подшипника в том случае, когда вращающиеся части машины (механизма)изолированы от неподвижных. Публикации я встречал, с применением результатов на практике - пока не сталкивался.

Второе - по току электродвигателя, причем это диагностика не только подшипников двигателя, но и подшипников того механизма, который этот двигатель вращает. Этим вопросом мы занимаемся, но, в основном, применительно к подшипникам скольжения.

При плохой смазке подшипника толщина масляного слоя и положение масляного клина флуктуируют, а следовательно флуктуирует и сила трения, и потребляемый ток (на тысячные доли процента). Подобную флуктуацию многие годы диагносты обнаруживали по флуктуациям фазы оборотной вибрации, по току этот способ впервые применили мы. Естественно, что подобные флуктуации будут иметь место и в подшипниках качения, но трение качения во много раз меньше трения скольжения и реально такую модуляцию тока двигателя мы видим лишь когда подшипник начинает разваливаться.

Диагностика подшипников качения собственно электродвигателя по его току - другой вопрос. В асинхронных электродвигателях, в которых зазор минимален, их-за неравномерного износа поверхностей качения ротор начинает перемещаться в зазоре, а это перемещение влияет на электромагнитные силы в электрической машине, и в ток в идеальном случае может модулироваться подшипниковыми частотами. Но это ближе к абстракции - гораздо проще увидеть интегральное влияние износа подшипника на воздушный зазор, а именно статический и

вращающийся эксцентриситет. Именно последний эффект мы и используем в диагностике по току.

Кроме этого, интегральное влияние износа подшипников хорошо обнаруживается в зубчатых передачах - растет и зубцовая вибрация, и модуляция тока зубцовой частотой.

И, наконец, самостоятельный вопрос, на который Вы увидели ссылку - это диагностика подшипников электродвигателя при его питании от статического преобразователя напряжения питания. Статический преобразователь создает очень много высокочастотных гармоник напряжения, которые подаются в силовую обмотку двигателя, возбуждая малые токи, а токи, в свою очередь, создают высокочастотную вибрацию. Ее вполне достаточно, чтобы "забить"! высокочастотную вибрацию от сил трения и помешать диагностировать подшипник по трению и ультразвуковым ударам. Эту проблему решают далеко не все разрабатываемые приборы и программы диагностики. Мы только в новое поколение средств диагностики вводим соответствующие дополнения и изменения.

Кстати, и без статического преобразователя в электрических машинах с хорошими подшипниками в спектрах огибающей их вибрации часто встречаются гармоники, кратные 100Гц, которые в некоторых случаях принимаются за признаки дефектов подшипников. Но как раз это - признак хорошего подшипника при наличии заметного статического эксцентриситета воздушного зазора. И наблюдается он чаще в тех точках контроля вибрации, которые находятся на приличном расстоянии от подшипникового узла по причине того, что этот узел закрыт кожухом вентилятора (или по другой причине).

Я прекрасно понимаю, что мои объяснения изложены очень кратко, приезжайте к нам на повышение квалификации или на семинары, но в последнем случае мы ждем от всех желающих приблизительной формулировки темы семинара, чтобы его запланировать и сообщить тему и время всем желающим.

==========

Re: Диагностика подшипников качения

Послан Сергей - 10.05.2017 18:16

Обсуждение вопросов диагностики подшипников качения на этом форуме помогло мне разобраться в особенностях их диагностики на нашем производстве и до тонкостей освоить, как это делает DREAM-4. У меня нет претензий к работе диагностического комплекса (по подшипникам качения, до которых можно добраться и измерить низкочастотную вибрацию)

Сумел даже найти дефекты в подшипниках сателлитов, но большинство сателлитов планетарных редукторов – на подшипниках скольжения, а тут явные проблемы.

Но остался ряд проблем по подшипникам качения, которые просто не решаются, хотя какие-то соображения по ним на форуме прозвучали. Я столкнулся со следующими:

1. Подшипник глубоко внутри машины. Понятно, что огибающая не работает, но я не нашел подшипниковой вибрации и в низкочастотном спектре, непонятно, почему. Когда вскрыли – большие раковины на внутреннем кольце.

2. Подшипник электродвигателя со статическим преобразователем. Понятно, что в спектре огибающей – какой-то лес. Но и в низкочастотной части много необъяснимых составляющих, не найти подшипниковые. А дефект при разборке нашли – раковины на телах качения.

3. Самый частый случай – при ремонте заменили подшипники, иногда даже другие размеры ставят, в документации – ничего. Уже научился по внешнему виду спектра огибающей определяться с подшипниковыми частотами, но ним искать подшипниковую вибрацию в спектре, если составляющие большие – менять подшипник. Но почему этот алгоритм не автоматизируется, если даже внешне все понятно. А еще хуже, когда новое оборудование приходит, а данных по подшипникам, зубцам, лопастям – в документации нет. Нужно все это делать автоматически, раз опытному глазу все видно.

4. Автотранспорт пытался диагностировать на роликовом стенде. Частоту вращения поддерживали стабильной, а результаты диагностики – странные, хотя про железную дорогу читаю – все хорошо.

Хотелось бы понять, как решать и перечисленные проблемы, но кроме подшипников качения, где из практических проблем (по порогам опасности) я бы еще отметил диагностику сепаратора, мня в первую очередь беспокоят проблемы диагностики подшипников скольжения, что-то не встречал хорошей и недорогой диагностики – не всегда можно ставить проксиметры.

==========

Re: Диагностика подшипников качения

Послан Барков - 11.05.2017 17:27

Попробую ответить на вопрос, почему Вы не нашли признаков большой раковины на внутреннем кольце подшипника, удаленного от точки контроля вибрации, в измеряемом автоспектре вибрации.

Причин может быть (из основных) две.

Первая - раковина - большая, к нее укладываются два или более тел качения. В этом случае дефект представляет собой не что иное, как некруглость внутреннего кольца и проявляется в виде нескольких гармоник вибрации с частотой вращения соответствующего вала. Эти оборотки Вы, наверное, видите, но ищите вибрацию на частоте перекатывния тел качения по внутреннему кольцу. А ее нет, потому что раковина без трещин или острых краев, т.е. удары - мелкие по величине. В спектре огибающей вибрации Вы бы их увидели, но подшипник далеко от датчика,и высокочастотная вибрация от дефектного подшипника у датчика много меньше, чем от других узлов.

Вторая причина - высокий уровень случайной вибрации (или шумов аппаратуры с низким динамическим диапазоном), который "закрыл" подшипниковые составляющие вибрации.

Попробуйте в следующий раз увеличить разрешение по частоте, уровень шумов будет поменьше и Вы сможете найти в спектре не только оборотки, но и другие признаки раковины, если она не

"прикаталась", т.е. не очень гладкая.

Теперь о проблемах со статическим преобразователем для питания двигателей переменного тока. Преобразователь портит напряжение дважды - сначала при выпрямлении сети (много искажений с частотами от 50Гц и выше, особенно с частотой 300Гц), а затем - при формировании синуса новой частоты. Обычно частота дискретизации около 2,5кГц. Возникают разные комбинационные составляющие напряжения на весьма странных частотах, особенно, если тактовые частоты в разных фазах не синхронизированы. Эти составляющие напряжения - источники вибрации, причем частоты тоже могут быть комбинационными. Естественно, что с огибающей вибрации работать часто невозможно, но не всегда. Если преобразователь с высокими требованиями по форме синуса и искажениям, диагностирование подшипников, по крайней мере, по автоспектру вибрации двигателя вполне возможно. А иногда удается контролировать состояние подшипников и по ударной вибрации.

Что касается диагностики подшипников с неизвестными параметрами, то простейший путь - по ударам Слабый удар, только на ультразвуке - начало развития дефекта, сильный удар , на средних частотах - или развитый дефект подшипника, или удар пришел из другого места, но если контролировать параллельно удары на всех подшипниках машины - можно разобраться.

А разобраться с автоспектрами без спектров огибающей (удаленные подшипники), когда не знаешь характеристик подшипника и частоты вращения - большая проблема, мы над ней работаем, возможно найдем решение

==========

Re: Диагностика подшипников качения

Послан Барков - 15.05.2017 12:33

Чтобы ответить на все озвученные Вами вопросы по диагностике подшипников качения я просмотрел весь раздел форума по подшипникам и понял, что практически все типовые вопросы диагностики подшипников не очень высокооборотных и не очень низкооборотных машин горизонтального исполнения были как-то затронуты и рассмотрены. Может быть частично выпущены вопросы диагностики подшипников колесных пар, но надо посмотреть другие разделы форума, мне кажется, все эти вопросы также обсуждались

Вы отметили проблемы обнаружения дефектов сепаратора. Такая проблема, действительно есть, она связана с проблемами обнаружения дефектов сепаратора по автоспектру вибрации и по ударам. В автоспектре вибрации сепараторные гармоники появляются, прежде всего, из-за разноразмерности тел качения, а не из-за износа сепаратора с изменением формы окон и последующим изменением расстояния между телами качения. Поэтому рост сепараторных гармоник вибрации и модуляция оборотной вибрации сепараторной частотой не напрямую связаны с износом сепаратора. Удары в подшипнике из-за износа сепаратора, центрированного по телам качения, возникают лишь при большом износе сепаратора, и, как правило, строгой периодичности у них нет, т.е. из-за таких ударов в спектре огибающей большого ряда гармоник, кратных сепараторной частоте Вы не увидите, это не перекос сепаратора с задеванием

неподвижных поверхностей. В лучшем случае Вы обнаружите непериодические удары по росту низкочастотной части «фона» в спектре огибающей на выходе не очень высокочастотного фильтра. Так что контролировать состояние сепаратора лучше всего по спектру огибающей высокочастотной вибрации, и до определенной стадии развития дефекта, когда еще не появились непериодические удары сепаратора о поверхности качения. Как только сепараторные гармоники начинают падать, а случайная вибрация расти(появляется «чужое» трение и удары), лучше подшипник менять.

Ну а если пропустили этот момент, следите за ростом спектральной плотности вибрации ударного происхождения («фон» в автоспектре) на частотах 1-3кГц, на которых удары сепаратора через смазку, даже с учетом небольшой массы сепаратора, способны существенно увеличить вибрацию подшипникового узла. Можете посмотреть и форму ударов на этих частотах, я для этого обычно контролирую огибающую вибрации на выходе фильтра с частотами около 2кГц. Поскольку износ сепаратора обычно дополнен и другими дефектами поверхностей качения, на более высоких частотах повышение ударных компонент чаще определяется «короткими» ударами поверхностей качения.

В общем случае, если Вы не работаете с высокооборотными (авиационными и т.п.) «легкими» или очень низкооборотными (ниже 10об/мин) роторами, того, что обсуждалось на форуме, достаточно для практической диагностики подшипников качения, даже подшипников механических передач, где подшипники испытывают радиальные нагрузки, близкие к предельным.

Ну а диагностику подшипников скольжения давайте обсуждать в другом разделе форума, чтобы не дублировать вопросы, ответы и пожелания

==========

Re: Диагностика подшипников качения

Послан Гарик - 10.01.2018 11:58

У меня появилось замечание об ошибках в диагностике подшипников качения по спектру огибающей.

При измерениях вибрации воздуходувки обнаружил признаки сильной раковины на наружном кольце подшипника двигателя. Вскрыл подшипниковый узел - дефекта не нашел. установил подшипниковый щит на место, добавил смазки - признаки дефекта пропали. Знаю, что для того, чтобы они проявились вновь, смазка должна приработаться, поэтому ждал больше месяца. Признаки дефекта так и не появились.

==========

Re: Диагностика подшипников качения

Послан Вячеслав - 10.01.2018 19:54

Как говорил О. Бендер - Стопроцентную гарантию даёт только страховой полис!

Прикинь такие варианты:

1. У шарикоподшипников, начиная с 306 и выше, частота дефекта наружной обоймы - примерно 3 гармоника оборотки (внутренней - 5гармоника, тел качения - 2). Есть вариант, что имелась третья гармоника оборотки и программа восприняла её как дефект наружной обоймы.

2. К наружной обойме, в зоне контакта, прилип мусор, что вызвало вибрацию на частоте дефекта, при демонтаже и набитии смазкой мусор ушёл из зоны контакта.

3. Раковина реально была, при демонтаже/монтаже щита, подшипник развернули на, примерно, 180 градусов и раковины ушла вверх и шарики перестали подскакивать на ней. Я всегда рекомендую, по возможности, разворачивать подшипники на 180 при ремонтах, подшипники дольше ходят.

Возможно есть ещё варианты.

==========