

Подшипники скольжения

Послан Сергей - 11.12.2012 10:27

Есть какие -нибудь общие приемы диагностики подшипников качения и скольжения?

=====

Re: Подшипники скольжения

Послан Барков - 26.07.2019 13:13

После Вашего сообщения я просмотрел все обсуждения, которые велись на сайте по поводу диагностики подшипников скольжения. Четкой систематизации не увидел только потому, что обычно рассматриваются вся совокупность вопросов диагностики ротора (точнее - нескольких связанных муфтами роторов) в подшипниках скольжения, а агрегаты не делятся по особенностям влияния узлов вращения и их взаимодействия со рабочей средой на работу подшипников скольжения.

А если отвлеченно рассматривать диагностику вала в двух подшипниках скольжения, то все признаки дефектов подшипников хорошо известны. Износ, как и перекос подшипника приводят к росту гидродинамических сил трения вплоть до нарушения ламинарности потока в нагруженной части смазочного слоя и температуры смазки, а разрывы слоя или попадание посторонних частиц (продуктов износа) - к ударам, т.е. признаки дефектов собственно подшипников - рост высокочастотной вибрации, ее модуляция и появление ударов.

Но проблема диагностики подшипников в том, что ротор электрической машины, как и рабочее колесо - это не вал, и, как правило, именно они, как источники взаимодействия с неподвижными частями агрегата или потоком, не дают возможности контролировать вибрацию от сил трения и ударов в подшипнике. Поэтому диагностировать приходится весь агрегат, а не отдельно подшипники скольжения, в отличие от того как это делается при диагностике подшипников качения с доступными для измерения вибрации подшипниковыми узлами.

Есть несколько развитых технологий диагностики агрегатов с подшипниками скольжения

Наиболее известная - по относительным колебаниям вала в подшипниках, т.е. по «орбитам» вала. Исследует неустойчивость положения вала в опорах скольжения при небольшой радиальной нагрузке (часть веса ротора + центробежная сила) на подшипник. Хорошо работает в турбинах, осевых нагнетателях (компрессорах) и электрических машинах, в случае, если дополнительной радиальной нагрузки на подшипник нет и можно контролировать неустойчивость положения ротора, в частности автоколебания на частоте, близкой к половине частоты вращения

Если у Вас осевой насос, в котором один подшипник смазывается перекачиваемой жидкостью, можно идти по этому пути.

Но если это центробежный насос, то в нем есть дополнительная радиальная нагрузка от рабочего колеса и неустойчивость смазочного слоя имеет другие свойства, автоколебания при большом износе подшипников если и появляются, то на более низких частотах, так как это уже не колебания вала в подшипниках, а колебания рабочего колеса в потоке. В такой ситуации лучше отказаться от диагностики по относительным колебаниям вала и перейти на технологии

диагностики конкретных агрегатов с подшипниками скольжения по вибрации неподвижных частей.

Именно такими технологиями мы и занимаемся, но помочь в выборе наиболее эффективных признаков для обнаружения дефектов подшипников скольжения я смогу только если буду знать конструктивные особенности диагностируемого агрегата

Больше всего проблем с омываемыми средой подшипниками скольжения будет в разгруженных центробежных насосах с двумя потоками и двумя рабочими колесами (двумя группами рабочих колес)

Кстати, достаточно часто можно найти признаки дефектов подшипников скольжения в токе двигателя, обеспечивающего вращение рабочего колеса.

=====

Re: Подшипники скольжения

Послан Барков - 21.07.2022 18:08

Продолжаю ответ на частые вопросы, как можно диагностировать подшипники (и качения, и скольжения). О вибрационной диагностике ПК я недавно коротко отвечал, разместив ответ в разделе подшипников качения

Диагностику подшипников скольжения мы подробно обсуждали несколько лет назад, см. предыдущие страницы, и я бы не сказал, что за это время сильно что-то изменилось. Радикального решения, особенно для нагруженных подшипников механических передач, так и не появилось. И эти решения, если они и есть, отличаются для гидростатических, гидродинамических, магнитных, газовых и других подшипников скольжения.

В этом сообщении расскажу о своем опыте диагностики гидродинамических подшипников с тонким слоем смазки. Наибольший опыт – в диагностике подшипников электрических машин, а в них нет очень сильной радиальной нагрузки на смазочный слой, и при сильном износе возникают автоколебания ротора на половине частоты вращения.

Но перед автоколебаниями ротора, которые возможны и в бездефектном подшипнике, нестабильными становятся величина и положение масляного клина, а также растут и становятся нестабильными силы трения. При использовании двух проксиметров можно анализировать прецессию вала в подшипниках, но не силы трения.

Поэтому я стараюсь в любом случае контролировать акселерометром огибающую высокочастотной вибрации корпуса подшипникового узла. По спектру огибающей отчетливо виден и рост сил трения (уровень фона в спектре огибающей), и флуктуации трения, в том числе с непериодическими ударами (подъем фона в низкочастотной части спектра) а также автоколебания (гармоника на половине частоты вращения), и периодические задевания шейки за вкладыши (ряд гармоник $-1/2$, $3/2$, $5/2$ и т.д.)

И поскольку для наших приборов уже подготовлены измерения для анализа и орбит колебаний опор вращения по акселерометрам, и стабильности разности фаз гармоник во взаимном спектре, и стабильности параметров гармонических составляющих спектра по каскадным измерениям, я давно и в обязательном порядке оцениваю стабильность:

- углового положения (наклона) орбиты колебаний опоры на гармониках частоты вращения
- амплитуды и частоты по крайней мере первой гармоники вращения вала в подшипниках
- разности фаз указанных гармоник на двух противоположных опорах вращения вала

В совокупности это дает возможность разделить два вида неустойчивости вибрации ротора в подшипниках скольжения – из-за свойств масляного клина, т.е. состояния подшипника, и из-за неустойчивости частоты вращения в результате работы систем управления с обратными связями (статический преобразователь частоты питающего напряжения) или пульсаций нагрузки (асинхронный двигатель)

Пока у меня есть хорошие данные по диагностике подшипников двигателей, но похоже, что таким же образом удастся диагностировать сильно нагруженные подшипники механических передач

И еще один интересный пример – по диагностике подшипников скольжения сателлитов планетарных передач. Уже несколько раз обнаруживал опасный износ подшипника скольжения по признакам перекоса сателлитов, когда растут четные гармоника их вращения и этими же гармониками модулирована зубцовая частота редуктора

Интересно, есть ли еще у кого-нибудь похожие результаты?

=====