Выбор точек контроля тока и напряжения

Послан Барков - 05.10.2022 17:05

Уважаемые коллеги!

Мы многие годы занимаемся исследованиями в области диагностики вращающегося оборудования не только по вибрации, но и по другим вторичным процессам, в том числе по паразитным составляющим тока электрических машин. Исключение составляет лишь диагностика по продуктам износа в смазке трущихся узлов.

В связи с выпуском в России стандарта по токовой диагностике электрических машин ГОСТ ИСО 20958-2015 «Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного электрического двигателя» к нам стали обращаться специалисты по вопросам его практического использования.

Сразу должен отметить, что стандарт этот не полностью описывает реальные правила диагностики двигателей по току, по содержанию видно, что в нем нет ряда важнейших алгоритмов, разработанных, в частности, российскими специалистами. Но ГОСТы в настоящее время носят лишь рекомендательный характер, их вполне можно дополнять другими эффективными решениями.

Поскольку эффективность токовой диагностики электрических машин и нагруженных на них механизмов велика, и каналы измерения и анализа тока все чаще встречаются в средствах диагностики, особенно стационарных, мы решили подключить наш форум к обсуждению практически важных вопросов в области диагностики электроагрегатов по току.

Сразу хочу отметить, что основной проблемой токовой диагностики является разделение наиболее информативных вторичных (паразитных) составляющих тока с основной рабочей составляющей, которая в сотни раз больше. Но мы не пользуемся рекомендованным стандартом способом формирования вектора Парка с последующим вычислением его модуля и спектральным анализом его зависимости от времени. Этот метод из-за нелинейных преобразований при построении модуля порождает в спектре большое число комбинационных составляющих, многократно затрудняющих его диагностическую обработку. Мы предпочитаем измерять и анализировать спектр тока в одной фазе без применения нелинейных преобразований.

А при измерении токов обратной последовательности также стараемся обходиться без трех датчиков в разных фазах с переходом к искусственному двухфазному сигналу (преобразование Парка) с ортогональными базовыми функциями, а также без построения фигур Лиссажу («орбит») и спектра комплексного сигнала с отображением «отрицательных» по частоте составляющих в спектре, отвечающих за составляющие поля обратной последовательности. Чаще всего для выделения токов обратной последовательности достаточно измерить спектр тока в нулевой шине, а если ее нет, охватить токовыми клещами силовой трехфазный кабель и анализировать спектр «суммарного по фазам» тока, отвечающего за поля обратной последовательности.

Да и функции диагностики подшипников стараемся передать в измерительные каналы вибрации или температуры – гораздо раньше увидим проблему и гораздо точнее ее оценим.

Так что давайте обсуждать тонкости диагностики по току. Задавайте свои вопросы и отвечайте на вопросы коллег!

Напоминание: В одном из подразделов форума под названием Вибродиагностика электрических машин (см оглавление), уже фигурирует тема «Диагностика асинхронной машины по току», начатая 10 лет назад. Но на тот момент ее актуальность не была высокой, и вопросов по ней нет уже 7 лет. Но с введением в действие стандарта актуальность диагностики по току опять выросла

==========

Re: Выбор точек контроля тока и напряжения

Послан Сергей - 06.10.2022 10:02

_____

Добрый день. Я давно интересуюсь диагностикой электрических машин по току, пытаюсь анализировать спектры тока, как Вы рекомендовали мого лет назад.

Вопрос у меня такой - почему стандарт только на асинхронные двигатели, и что можно диагностировать, имея только одни токовые клещи.

==========

Re: Выбор точек контроля тока и напряжения

Послан Барков - 06.10.2022 15:59

_____

Я не готов ответить на вопрос, почему выпущен стандарт только на токовую диагностику асинхронных двигателей. Когда обсуждался проект, были и синхронные двигатели, и генераторы.

Возможно, для того, чтобы ее шире применяли, захватывая диагностикой больше узлов, в том числе подшипники. Хотя диагностика подшипников по току притянута, их дефекты проявляются в токе только тогда, когда колебания ротора в подшипниках слишком велики, и изменения величины зазора в процессе колебания заметно превышают 10% от ее величины. А в асинхронных двигателях зазоры небольшие и их изменения при опасных дефектах подшипника могут быть заметными.

Возможно, также, потому, что мощность асинхронного двигателя во много раз меньше той, которую может обеспечить питающая огромное количество машин сеть, те ее внутреннее сопротивление слишком мало, чтобы двигатель с дефектами искажал напряжение в сети, и можно обойтись в диагностике только измерениями тока

Теперь о том, какие дефекты видны в токе асинхронного двигателя, если у Вас одноканальный анализатор спектра:

- дефекты обмотки ротора (беличьей клетки) по амплитудной модуляции основного тока 50Гц (в США-60Гц) двойной частотой скольжения, т.е. частотой в диапазоне около 0,2 -2Гц. Мы с 1970г используем такой же признак в вибрации, но в вибрации модуляция, в основном, частотная, поэтому пороги для вибрации и тока разные,

- дефекты обмотки статора (короткие замыкания в обмотках или в активном железе сердечника статора) – по несимметрии токов в фазах статора, которая определяется по двум спектрам – в одной фазе и в нулевой шине (или в токе трехфазного кабеля), но видны лишь опасные

дефекты, так как несимметрия тока возникает и при несимметрии напряжения питания, причем она в 5-10 раз больше несимметрии напряжения (скольжение для токов обратной последовательности – 200%, т.е. больше чем при пуске для основного тока),

- искажения зазора между ротором и статором (статический и динамический эксцентриситеты), по модуляции основного тока зубцовыми составляющими, которые хорошо обнаруживаются в спектре тока, если только двигатель не питается от статического преобразователя напряжения

Но самое главное, ради чего стоит проводить диагностику по току двигателя – это обнаружение дефектов в тех механизмах, которые вращает двигатель, особенно в механических передачах и узлах возвратно- поступательного действия

Двигатель (его ток) является прекрасным датчиком пульсирующих моментов, которые в бездефектных механических передачах отсутствуют и появляются, как и модуляция тока, только при дефектах. А в вибрации механизмов, жестко закрепленных на фундамент, возбуждаемые при этом крутильные колебания валов крайне сложно измерять

Отмечу только, что при использовании статических преобразователей и регуляторов напряжения, питающих электродвигатель, форма напряжения и спектр тока (а также возбуждаемая ими вибрация) могут настолько усложняться, что диагностика и по току, и по вибрации становится практически неэффективной. Из-за близких по величине мощностей двигателя и преобразователя дефекты двигателя существенно влияют на работу преобразователя и наоборот, а диагностика становится слишком индивидуальной.

Примеров таких, особенно тиристорных, преобразователей и регуляторов в России – сколько угодно

==========

Re: Выбор точек контроля тока и напряжения

Послан ViktorArs - 19.04.2023 22:17

_____

Добрый день.

С вибросигналами я как-то потихоньку относительно освоился. А вот на досуге интересуюсь токами.

Я правильно понимаю, что изменения гармонического состава токов будет при изменении зазора? (эксцентриситет)

А если например у нас такие повреждения как разбалансировка ротора, несоосность, мягкая лапа - это в токах в виде гармоник проявится?

С уважением.

==========

Re: Выбор точек контроля тока и напряжения

Послан Барков - 20.04.2023 09:05

_____

Добрый день!

Информация, представленная ниже - по диагностике электропривода с двигателем, в основном асинхронным.

При диагностике по току все решаемые задачи обычно делятся на 4 группы

1. Электрические проблемы с ротором и статором, приводящие к несимметрии основного тока (и тока скольжения)

2. Проблемы с зазором, электрики часто называют их механическими проблемами в двигателе, это изменения зазоров с насыщением активного сердечника и искажением формы синусоиды, разным по фазам

3. Внешние электрические проблемы - несимметрия и качество напряжения сети, к ним два, даже три подхода. Простой - сеть достаточно хорошая, проблемы внутри двигателя превышают проблемы сети и сеть дополнительно не портят, тогда можно напряжение не контролировать. А если исключение - одинаково проявится в нескольких двигателях. Второй - питание от дефектного статического преобразователя, тогда дефекты несимметричны по фазам, можно учесть без контроля напряжения. Третье -полный контроль, измеряем и анализируем напряжение в трех фазах

4. Внешние механические проблемы - пульсирующие моменты, действующие на двигатель и модулирующие основной ток двигателя (боковые гармоники), прежде всего несоосность валов, затем дефекты механических передач

Мы обычно совмещаем вибрационную и токовую диагностику, и в токе используем только 2 датчика. Напряжение не контролируем. Если двигатель соединен звездой, питание по фазам независимое - один датчик в фазе, один - в нейтрали. Если соединен треугольником, то оба датчика в фазах, при этом и математика разная.

Хочу добавить, что диагностика дисбаланса, если ротор не "катает по кругу", т.е. нет динамического эксцентриситета, нереальна. Также как и диагностика подшипников, пока нет большого износа и мы эксцентриситетов не видим.

И еще - если по току контролировать переходные режимы, в том числе скачки нагрузки- надо измерять активный ток, т.е.в обязательном порядке измерять напряжение хотя бы в одной фазе

==========

Re: Выбор точек контроля тока и напряжения

Послан ViktorArs - 20.04.2023 09:58

_____

Большое спасибо!

==========