

ОБЗОР МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Новоселов И.А., Соколов С.С., Сурков Д.В., канд. техн. наук
Оренбургский государственный университет**

В данной статье рассмотрены методы диагностики технического состояния асинхронных двигателей; проведен сравнительный анализ методов.

В настоящее время известны следующие методы диагностики асинхронных двигателей:

4. Методики, основанные на анализе вибраций отдельных элементов агрегата.

5. Методики, основанные на анализе акустических колебаний, создаваемых работающей машиной.

6. Методики, основанные на измерении и анализе магнитного потока в зазоре двигателя.

7. Методики, основанные на анализе вторичных электромагнитных полей машины.

8. Методики, основанные на измерении и анализе температуры отдельных элементов машины.

9. Методики диагностики механических узлов (в частности подшипников) основанные на анализе содержания железа в масле.

10. Методики диагностики состояния изоляции.

11. Методики, основанные на анализе электрических параметров машины.

Методы вибродиагностики получили достаточно широкое распространение. Суть методик в анализе параметров вибрации в различных точках электродвигателя. К вибрационным параметрам относятся виброперемещение, виброускорение и виброскорость. Регистрации подлежат как действующие (среднеквадратичные) значения, так и пик-фактор. Большое распространение получили также методы спектрального анализа, в которых в качестве диагностических параметров используют значения амплитуды отдельных гармонических составляющих вибрационного сигнала. Предельные уровни допустимых вибраций приведены в ГОСТе. Контроль вибрационных параметров производят в нескольких точках. Регистрации подлежат вибрационные параметры в вертикальном, горизонтальном и осевом направлениях. В качестве первичных преобразователей используются как контактные датчики (обычно пьезоакселерометры), так и бесконтактные (оптические датчики перемещения). К недостаткам методов вибродиагностики относятся:

1. Необходимость непосредственного доступа к диагностируемому агрегату, что не всегда возможно.

2. Методы вибродиагностики приспособлены к диагностики механических повреждений как двигателя, так и связанного с ним механизма.

Электрические повреждения не всегда могут быть своевременно выявлены по изменению вибрационных параметров. Это приводит либо к не обнаружению повреждения, либо к ложному срабатыванию, в зависимости от пороговых значений принятых в диагностической модели.

Методы акустической эмиссии также не достаточно чувствительны именно к электрическим повреждениям низковольтных двигателей.

Методы, основанные на измерении и анализе магнитного потока в зазоре двигателя на анализе вторичных электромагнитных полей распространены для высоковольтных машин (от 6 кВ и выше). Установка датчиков магнитного поля требует непосредственного доступа к объекту диагностирования. Установка датчиков магнитного поля (элементов Холла или магниторезисторов) возможна только при изготовлении машины. Датчики вторичных электромагнитных полей машины весьма чувствительны к действию внешних электромагнитных излучений.

Методы тепловизионного контроля позволяют достаточно точно определять состояние подшипниковых узлов электрических машин. Однако, для контроля внутренних повреждений изоляции машины они не пригодны. В качестве датчиков температуры могут быть использованы бесконтактные инфракрасные пирометры. Это позволяет их использовать при отсутствии непосредственного доступа к диагностируемой машине.

Однако закрытое исполнение приводов не позволяет использовать бесконтактные датчики. Методы, основанные на анализе содержания железа в масле, широко применяются для диагностики механических узлов приводов. Однако эти методы определяют состояние механизма по косвенным признакам, что не позволяет своевременно выявить развивающиеся повреждения.

Методы диагностики состояния изоляции широко используется при диагностике электрооборудования. Как правило, их использование возможно только при отключенном питающем напряжении. Таким образом, исключается диагностика работающих машин в реальном времени в нормальном режиме их работы. Такой метод диагностики состояния изоляции при работающем оборудовании, как метод, основанный на регистрации частичных разрядов, в настоящее время разработан лишь для высоковольтного оборудования.

Наиболее предпочтительными методами являются методы, основанные на анализе электрических параметров работающего оборудования, а именно токов, напряжений и потребляемых мощностей. Использование данных методов возможно без непосредственного доступа к диагностируемой машине. В качестве датчиков тока и напряжения в настоящее время используются датчики на основе эффекта Холла, которые работают в широком диапазоне частот с постоянной чувствительностью. Это позволяет регистрировать колебания с частотами от нуля до нескольких десятков килогерц. В качестве диагностических параметров используются: гармонические составляющие спектра тока статора, гармонические составляющие спектра потребляемой мощности, спектральные составляющие амплитуды и фазы вектора Парка.

Недостатком данных методов является необходимость учета влияния на электрические параметры привода параметров питающей сети, характера нагрузки, влияния внешних электромагнитных полей, переходных процессов в приводе. При использовании регулируемого электропривода на основе силовых полупроводниковых преобразователей в спектрах токов возникают частоты, обусловленные коммутацией вентилей. Это также необходимо учитывать. [1]

Контроль изоляции асинхронных двигателей. Для изоляции асинхронных двигателей основная причина повреждений – термомеханические воздействия. Под их влиянием, а также от вибраций в условиях повышенных температур, происходят механические повреждения изоляции в виде расслоения или образования трещин. Это вызывает внутри диэлектрика в газовых включениях появление частичных разрядов. Частичные разряды обуславливают в конечном итоге пробой изоляции. При достижении предельного состояния возможен переход к тепловой форме формирования пробоя. Таким образом, частичные разряды являются индикаторами числа и степени развитости дефекта.

В зависимости от места дефекта может происходить зауглероживание изоляции. Это приводит к росту тока утечки. Ток утечки, в отличие от частичных разрядов, может быть измерен на постоянном токе по величине сопротивления изоляции.

Диагностика состояния изоляции асинхронных двигателей является отработанной.

Диагностическими характеристиками служат:

- сопротивление изоляции обмотки;
- коэффициент абсорбции ($I_{15}/I_{60сек}$) и индекс поляризации ($I_{1мин}/I_{10мин}$);
- зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от частоты при измерении на низком напряжении и зависимость диэлектрических потерь от приложенного напряжения при подъеме последнего до 1,1 U;
- характеристики частичных разрядов, главным образом, динамика частичных разрядов при анализе всего потока импульсов на рабочем напряжении за длительный период времени (6...10 месяцев) [2].

Контроль магнитного потока. Установлено, что посредством анализа спектра магнитного потока можно идентифицировать асимметрию ротора, перекося валов, повреждения подшипников и междувитковые короткие замыкания. Обрыв стержней сопровождается появлением у основной гармоники боковых составляющих с двойной частотой скольжения - $2ns\Phi_c$. При перекося валов наблюдаются незначительные изменения на всех компонентах спектра магнитного потока. При повреждении подшипников появляются несколько компонентов на интервале частот между 0,6 и 0,9 кГц при частоте сети 50 Гц [3].

Контроль токов статора асинхронных двигателей. В последнее время широко развиваются методы диагностики состояния асинхронных двигателей, основанные на выполнении мониторинга потребляемого тока с последующим выполнением специального спектрального анализа полученного сигнала. Это

позволяет с высокой степенью достоверности определять состояние различных элементов двигателя.

Физический принцип, положенный в основу этого метода, заключается в следующем. Любые возмущения в работе электрической и/или механической части электродвигателя и связанного с ним устройства приводят к изменениям магнитного потока в зазоре электрической машины и, следовательно, к слабой модуляции потребляемого электродвигателем тока. Наличие в спектре тока двигателя характерных частот определенной величины свидетельствует о наличии повреждений электрической и/или механической части электродвигателя и связанного с ним механического устройства. В качестве примера на рис. 1 и 2 приведены результаты спектрального анализа токов двух однотипных вентиляторных установок, которые находятся в эксплуатации одну неделю, и пять лет соответственно.

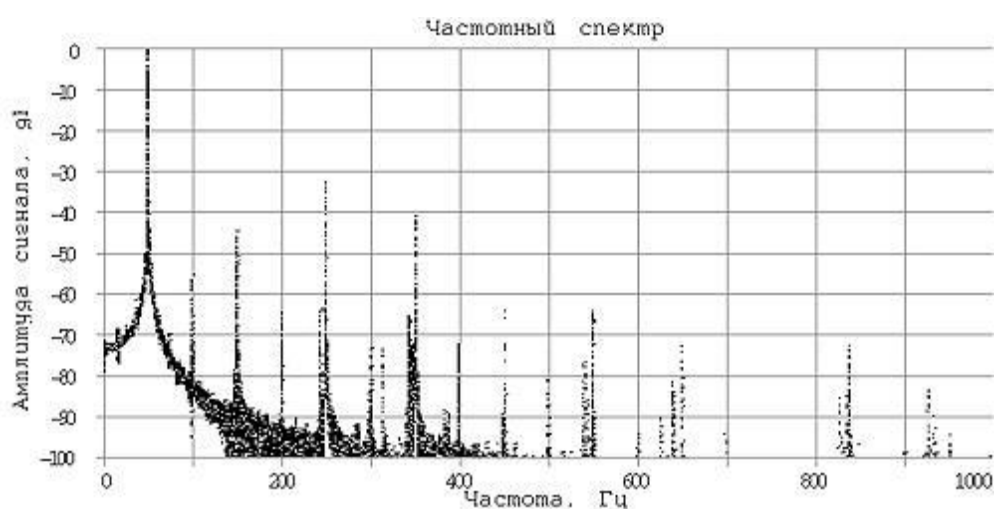


Рис. 1. Спектральный состав тока нового электродвигателя.

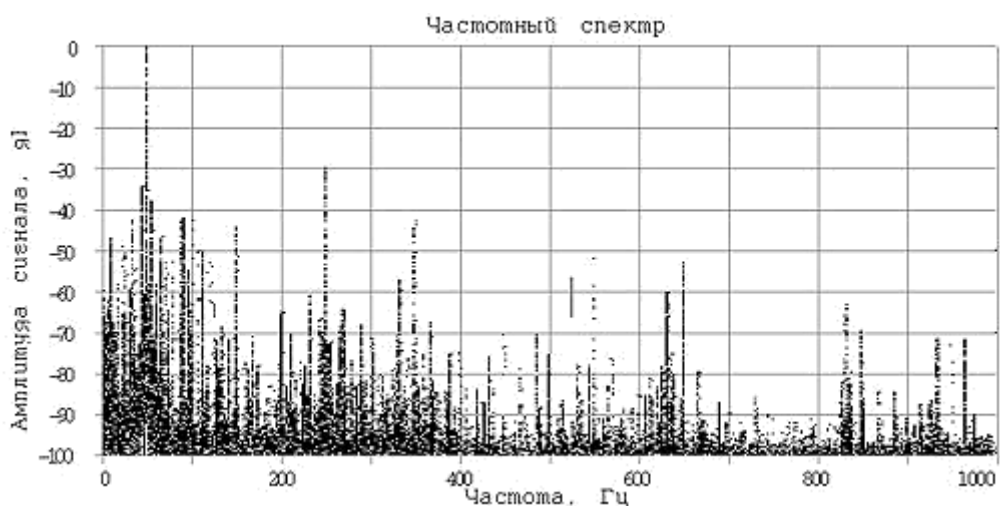


Рис. 2. Спектральный состав тока электродвигателя, находящегося в эксплуатации в течение пяти лет

Список литературы

1. Обзор методов контроля технического состояния асинхронных двигателей в процессе эксплуатации. Сидельников Л.Г., Афанасьев Д.О. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. Том 12, номер 7, 2013г. С.127-137.