

УДК 621.313

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
MODERN METHODS FOR DIAGNOSING FAULTS IN ELECTRIC
MOTORS**

Е.А. Шетик, И.В. Кулинич,

Научный руководитель – С.В. Константинова, к.т.н., доцент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

E. Shetik, I. Kulinich,

Supervisor – S. Konstantinova, Candidate of Technical Sciences, Docent

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация: рассмотрены основные виды и причины поломок электродвигателей, современные методы обнаружения неисправностей электродвигателей, использование тепловизионного и акустического контроля, также основные контролируемые параметры электродвигателей.

Abstract: the main types and causes of electric motor breakdowns, modern methods of detecting problems with electric motors, the use of thermal and acoustic monitoring, as well as the main controlled parameters of electric motors were considered.

Ключевые слова: электродвигатель, изоляция, ротор, статор подшипник.

Keywords: electric motor, insulation, rotor, stator, bearing.

Введение

Электродвигатели являются наиболее широко используемым электроприводным оборудованием в современном промышленном производстве. Воздействие многих факторов во время эксплуатации часто вызывает различные отказы двигателей, что не только приводит к повреждению самого двигателя, но и вызывает остановку производства. В связи с чем, огромное значение имеет ранняя диагностика состояния двигателя

Основная часть

Перед тем, как в двигателе возникнут различные типы неполадок, как правило, появляются некоторые признаки износа, такие как акустические, механические или повреждения в изоляции. Есть рабочие параметры, которые могут отражать состояние неисправности двигателя, по которым можно отслеживать, и своевременно выявить неисправность, чтобы избежать серьезных экономических потерь из-за ненужного простоя и других условий.

Чтобы удовлетворить вышеуказанные требования, определяются характеристические параметры диагностики неисправности двигателя путем классификации и анализа характеристик последующих неисправностей двигателя и ненормальных рабочих состояний (рисунок 1). Эта система может идентифицировать приближающуюся неисправность двигателя на ранней стадии и автоматически генерировать сигнал раннего предупреждения путем сбора и обработки параметров состояния двигателя во время работы.



Рисунок 1. Методы контроля состояния изоляции АД

Ротор двигателя должен выдерживать большую нагрузку, при длительном воздействии которого очень легко вызвать поломку стержней (рисунок 2), открытую сварку торцевых колец, обрыв обмотки, дисбаланс и другие неисправности ротора, среди которых обрыв стержней ротора и дисбаланс ротора являются наиболее распространенными неисправностями роторов. Когда двигатель работает в состоянии сломанных стержней ротора, амплитуда радиальных колебаний двигателя больше, чем в нормальном состоянии. При работе двигателя в неуравновешенном состоянии ротора, амплитуда колебаний на основной частоте вибрации двигателя больше, чем в нормальном состоянии, а радиальная вибрация в неисправном состоянии больше, чем амплитуда осевой вибрации.

Неисправности статора двигателя обычно можно разделить на три типа неисправностей, а именно неисправности обмотки статора, неисправности сердечника статора и неисправности изоляции (рисунок 3).

Неисправности обмотки статора в основном представляют собой: межвитковые короткие замыкания, которые часто сопровождаются локальным повышением температуры, трехфазный электрический дисбаланс двигателя, электромагнитные причины вибрации двигателя и другие явления. Неисправность сердечника статора в основном заключается в коротком замыкании шихтованных пластин статора, что представляет собой соответствующий ток, генерируемый сердечником под действие электромагнитной индукции, и под действием тока генерируется определенный ток. Перегрев статора приведет к тому, что локальная температура будет слишком высокой, и изоляционный материал и даже железный сердечник будут повреждены.



Рисунок 2 Последствия обрыва стержня ротора

Подшипник является ключевой частью двигателя, его производительность и срок службы тесно связаны с рабочим состоянием двигателя. Основными причинами выхода из строя подшипника являются дисбаланс вала, эксцентриситет подшипника, повреждение радиального подшипника, прослабление подшипника и т. д. Основной характеристикой отказа подшипника является увеличение вибрации, будь то во внешней втулке, внутренней втулке, шарике или защитной раме (что характеризуется различными частотами вибрации). Кроме того, вибрация подшипника также вызывает изменение магнитного потока двигателя, что ведет к изменению тока статора (рисунок 4). Таким образом, величину номинального тока также можно использовать для обнаружения неисправностей подшипников двигателя.



Рисунок 3 Неисправность обмотки статора



Рисунок 4 Неисправность подшипника

Колебания напряжения двигателя в основном делятся на два типа: перенапряжение и пониженное напряжение. Перенапряжение приведет к увеличению тока двигателя, повышению температуры и даже повреждению изоляции обмотки, вызывая такие неисправности, как короткое замыкание обмотки.

Многообещающий метод диагностики изоляция двигателя - это метод, который использует звук акустической эмиссии (рисунок 5).

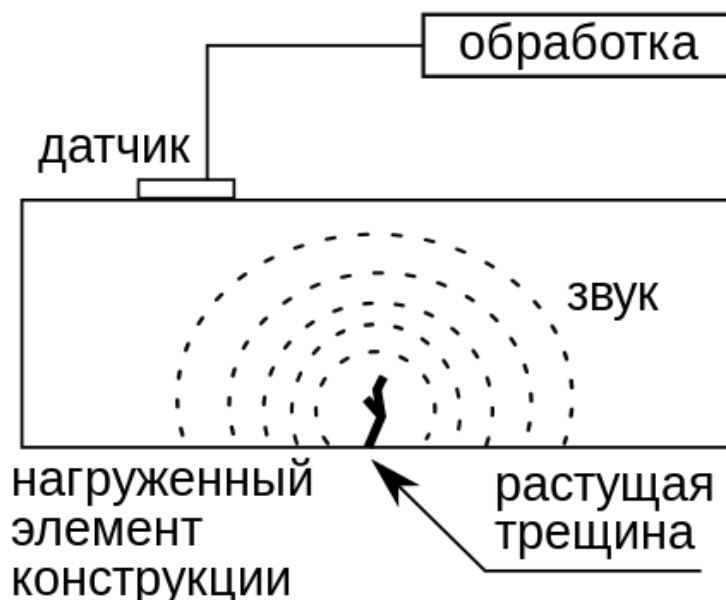


Рисунок 5. Принцип диагностики трещин с помощью акустической эмиссии

Суть этого явления заключается в возникновении звуковых волн при разрыве полимерного материала. Для этих эффектов характерны пластические деформации практически любых твердых материалов.

Метод контроля при помощи тепловизора для определения неисправности подшипника, состояние силовых вводов и обмотки статора (рисунок 6). Тепловизор используется для контроля инфракрасного излучения. Диапазон электромагнитного спектра (0,9-14 мкм) в обозначенной области тепловой карты. Преимущество этого метода заключается в том, что измерение осуществляется дистанционно.



Рисунок 6 Тепловизионная картина нагрева электродвигателя

Также перспективным направлением является разработка технических средств для мониторинга состояния и диагностики электродвигателей. Данная методика основана на сигнатурном анализе электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя (рисунок 7). Анализируемый электрический сигнал - это напряжение на клеммах, или ток в двигателе или проводах. Изменение поступающего сигнала может быть вызвано либо неисправностью в двигателе, либо неисправностью в электроприводе. Поэтому сигнатурный сигнал двигателя распространяется на оценку технического состояния приводного оборудования.

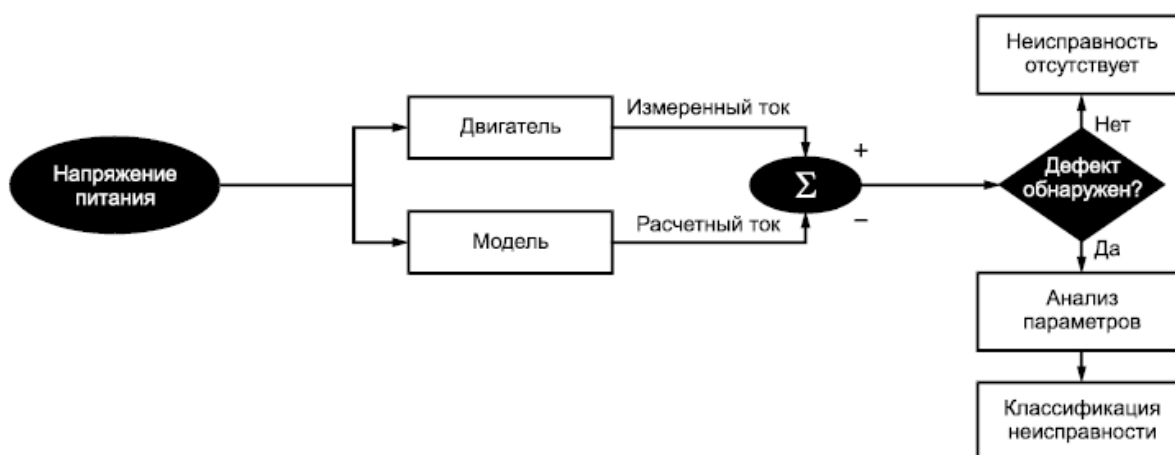


Рисунок 7 Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя

Характеристики неисправности различных категорий двигателя отличаются, но основные параметры характеристик могут быть отражены пятью параметрами: напряжение, ток, скорость вращения ротора, вибрация и температура. Поэтому проектирование системы диагностики неисправностей двигателя и раннего оповещения может быть выполнено на основе анализа, эффективно и своевременно отделяя информацию об аномальном состоянии с помощью различных методов обнаружения и сигналов теории анализа и диагностики неисправностей. Обнаружение скрытой опасности является важной мерой для достижения надежной работы, снижения частоты технического обслуживания и повышения эффективности производства. В настоящее время основные принципы диагностики неисправностей моторного оборудования заключаются в следующем:

1) Метод анализа тока определяет форму волны тока нагрузки с помощью методов анализа сигналов, таких как частотный спектр, для диагностики причины и степени отказа моторного оборудования;

2) В методе диагностики изоляции используются различные электрические испытательные устройства и методы диагностики, чтобы определить наличие дефектов в работе изоляционной конструкции электродвигателя и спрогнозировать срок службы изоляции;

3) Метод определения температуры. Различные методы измерения температуры используются для контроля повышения температуры различных частей моторного оборудования, а повышение температуры двигателя связано с различными неисправностями;

Заключение

Вывод о состоянии двигателя можно сделать на основании анализа основных контролируемых параметров: напряжения, тока, частоты вращения ротора, вибрации и температуры электродвигателя. Рассмотрены основные требования, предъявляемые к современным методам диагностирования электродвигателей, что дает возможность непрерывного контроля основных кинематических и электрических параметров в рабочем режиме;

Проведенный анализ существующих методов диагностики электродвигателей позволяет оценить перспективу их применения в производственных условиях.

Литература

1. Методы диагностики неисправностей асинхронных электродвигателей [Электронный ресурс]/ методы диагностики неисправностей асинхронных электродвигателей. Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/electroremont/109-metody-diagnostiki-neispravnostejj.html/>.- Дата доступа: 25.02.2023

2. Методика диагностики и идентификации неисправностей обмоток асинхронного двигателя [Электронный ресурс]/ Методика диагностики и идентификации неисправностей обмоток асинхронного двигателя. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-diagnostiki-i-identifikatsii-neispravnostey-obmotok-asinhronnogo-dvigatelya-v-rezhime-ego-funktsionirovaniya> /.- Дата доступа: 25.02.2023

Методы и приборы диагностирования изоляции асинхронных двигателей [Электронный ресурс]/методы и приборы диагностирования изоляции асинхронных двигателей. Режим до-

стуга:https://journal.altstu.ru/media/f/old2/pv2011_02_2/pdf/261vorobiev.pdf/.- Дата доступа:
25.02.2023