

ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Макейкин И.С., Кравчук В.А., магистранты, Васьковский Ю.Н., д.т.н., проф.

НТУУ «КПИ», кафедра электромеханики

Методы диагностики электрических машин (ЭМ) возникли вместе с возникновением самих машин. С развитием вычислительной техники появились новые возможности для повышения эффективности диагностирования дефектов в ЭМ. Актуальность создания эффективных систем контроля возрастает в связи с современными тенденциями развития и эксплуатации сложных технических систем.

Анализ существующих методов технической диагностики позволяет выделить два направления их применения: тестовая диагностика на неработающих двигателях и функциональная диагностика на работающих двигателях (основаны на анализе текущих данных и требуют специальной измерительной аппаратуры). Наиболее эффективным является получение данных при статических и динамических испытаниях. Например, оборудование МСЕТМ (анализатор цепей двигателя) и DMA (система динамического анализа двигателей).

В данной статье рассмотрен метод, который не требует использования математических моделей или специальной измерительной аппаратуры. Он дает возможность своевременно и эффективно определить наличие повреждений стержней ротора или короткозамкнутых витков в обмотке статора АД.

Известно, что при наличии несимметрии в цепи ротора магнитное поле, создаваемое током ротора, становится эллиптическим, которое раскладывается на прямо и обратно вращающееся относительно ротора магнитные поля. Обратно вращающееся поле индуцирует токи в обмотке статора частоты $f_{2s} = 1 - 2s$, которые взаимодействуют с этим полем, и при частотах вращения от нуля до половины номинальной создают вращающий момент, действующий в направлении вращения ротора. При частоте вращения, превышающей половину номинальной, момент меняется на обратный, то есть становится тормозным.

Суть метода состоит в том, что подводимое к обмотке статора напряжение медленно повышают, начиная с нуля. При некоторой величине подводимого напряжения, которую нужно зафиксировать, ротор начинает движение. Это значение нужно сравнить с соответствующим напряжением из базы эталонных данных. При наличии повреждения измеренное напряжение будет меньше, так как за счет дополнительного момента от обратного поля требуется меньшее напряжение, чтобы преодолеть момент сопротивления на валу.

Для исследования данного метода за основу были взяты данные, полученные в ходе испытания асинхронного двигателя с такими паспортными данными: $P_n = 1,7$ кВт, $U_n = 380$ В, $I_n = 6,2$ А, $n_n = 460$ об/мин.

В испытуемом двигателе искусственно были внесены дефекты в виде разрыва трех стержней путем их сверления. Также были проведены следующие испытания:

1. Двигатель без повреждений.
 2. Двигатель при наличии разрывов в трех стержнях ротора.
 3. Двигатель с несколькими короткозамкнутыми витками одной фазы обмотки.
 4. Двигатель с “поврежденным” подшипником (эксцентриситет ротора).
- Результаты измерений при наличии различных повреждений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов

№ п/п	Вид повреждений	Напряжение $U(V)$
1	Без повреждений	22
2	Разрыв стержней	12,6
3	КЗ витки в обмотке статора	23,7
4	Эксцентриситет ротора	–

Из приведенных в таблице значений видно, что при поврежденных стержнях ротора двигатель трогается с места при напряжении, меньшем, чем исправный двигатель. Это и подтверждает наличие данной неисправности.

При наличии короткозамкнутых витков в одной из фаз обмотки статора ротор начинает двигаться при большем напряжении, чем у исправного двигателя. В опыте с короткозамкнутыми витками нарушается симметрия трехфазной обмотки, и при протекании по ней тока создается также эллиптическое магнитное поле, но действующее со стороны статора, которое также можно разложить на два вращающихся в противоположные стороны поля. Обратное вращающееся поле создает во всем диапазоне скольжений тормозной момент, и поэтому результирующий электромагнитный момент уменьшается. В связи с этим для создания требуемого момента требуется большее напряжение.

Разработаны полевые математические модели режимов различных степеней повреждений ротора и на их основе исследованы практические возможности применения данного метода.

Вывод: таким образом, с помощью анализа пусковых характеристик АД можно эффективно диагностировать различные дефекты АД без использования сложной и дорогостоящей аппаратуры и наличия высококвалифицированного персонала.

Перечень ссылок

1. Васьковский Ю.Н., Титко А.И. Научные основы, методы и средства диагностики асинхронных двигателей. – Наш формат, 2015. – 300 с.
2. Титко А.И., Андриенко В.М., Худяков А.В., Гуторова М.С. Новые методы диагностики асинхронных двигателей. – Институт электродинамики НАН Украины – 2014.
3. Вольдек А.И. Электрические машины. – Л. Энергия, ЛО, 1978. – 832 с.