

УДК 621.375 (03)

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБМОТКИ РОТОРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

ШАБРОВ Р. А., студ.; рук. СКОРОБОГАТОВ А.А., ст. преп. (ИГЭУ)

Разработаны два метода контроля состояния обмоток роторов (ОР) мощных асинхронных двигателей (АД), с помощью которых можно определить момент перехода ОР различных конструкций в неработоспособное состояние.

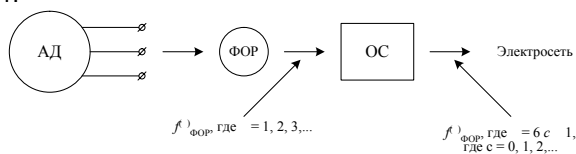
От исправной работы мощных АД, применяемых в собственных нуждах электростанций, напрямую зависит надежность работы станции в целом. В пусковом режиме стержни (С) короткозамкнутых ОР АД могут оборваться. Для одних типов ОР, которые отнесем к первой группе, это может привести к повреждению отогнутым концом С лобовой части обмотки статора и, следовательно, к выходу из строя машины. Во вторую группу входят ОР, для которых данное явление возникнуть не может, но рост числа оборванных С также приводит к аварийному останову машины. ОР первой группы переходят в неработоспособное состояние при появлении в них хотя бы одного поврежденного проводника, а ОР второй – при заметном ухудшении динамических и статических характеристик машины в результате увеличения числа поврежденных С.

Наиболее рационально производить контроль состояния ОР по току статора. Существующие методы определения наличия оборванных С в ОР в режиме нормальной работы АД имеют малую чувствительность к обрыву одного С, а также не имеют критериев перехода ОР второй группы в неработоспособное состояние [1].

В данной работе представлены методы контроля состояния ОР обеих групп в нормальном режиме работы по току статора.

Для ОР первой группы метод основан на выявлении определенных гармоник в токе статора, которые резко повышают свою амплитуду при появлении хотя бы одного оборвавшегося С в ОР.

Процесс появления в токе статора частот, отличных от 50 Гц, при обрывах С представлен на рис. 1.



Генерация в сеть гармоник, вызванных токами ФОР (ОС – обмотка статора)

АД, подключенный к сети, заменяется фиктивной ОР (ФОР) и обмоткой статора. Физический смысл ФОР описан в [2]. При обрывах стержней по ФОР начинают протекать токи. Они генерируют гармоники магнитного поля, частоты которых описываются следующей формулой:

$$f_{\text{ФОР}}^{(\nu \pm)} = f_c \cdot \left(\frac{1-s}{p} \cdot \nu \pm s \right) \quad (1)$$

где $\nu = 1, 2, 3, \dots$ - порядок пространственной гармоники, генерируемой ФОР.

Согласно [3], обмотка статора при магнитной и электрической симметрии машины для этих частот является фильтром, который пропускает только гармоники, порядок которых удовлетворяет условию

$$\nu = 6 \cdot c \pm 1, \quad c = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Таким образом, резкое увеличение амплитуд (в 10 и более раз) гармоник, генерируемых ФОР, порядок которых удовлетворяет условию (2), при обрыве даже одного С может служить диагностическим признаком наличия обрывов.

В методе для второй группы ОР диагностическим параметром является величина относительно отклонения скольжения от заданного значения при заданной нагрузке, а диагностическим признаком перехода ОР в неработоспособное состояние – превышение отклонения скольжения более чем на 20 % [4]. Скольжение предлагается определять по зубцовым гармоническим ОР первого порядка [5].

Для подтверждения предположений о существовании в токе статора зубцовых гармонических ОР, а также появлении в нем гармоник, генерируемых ФОР, были проведены испытания на АД 0,4 кВ при исправной ОР и ОР, имеющей оборванные стержни. Диагностические сигналы снимались с трансформатора тока, установленного в фазе обмотки статора машины. Анализ спектральных плотностей мощности полученных сигналов показал, что гармоники тока статора, частоты которых определяются условиями (1) и (2), резко увеличивают свои амплитуды (в 10 и более раз) при появлении в ОР оборванных стержней. При этом зубцовые гармонические ОР первого порядка присутствовали как при исправной, так и при поврежденной ОР.

Литература

1. Ковязин Л. В., Рассказчиков А. В., Скоробогатов А.А. Анализ существующих методов контроля состояния короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного двигателя в условиях эксплуатации // Тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. «Состояние и перспективы развития электротехнологии». Иваново, 2001. С.88.
2. Савельев В. А., Назарычев А. Н., Скоробогатов А. А. Анализ токораспределения и магнитного поля короткозамкнутой обмотки ротора, имеющей оборванные стержни. // Вестник УГТУ-УПИ. – 2004. – № 12(42). – С. 353-357.
3. Геллер Б., Гамата В. Высшие гармоники в асинхронных машинах / Пер. с англ. Под ред. З. Г. Каганова. – М.: «Энергия», 1981. – 352 с., ил.
4. ГОСТ 183-74. Машины электрические вращающиеся. Общие технические требования. – М., Государственный комитет стандартов совета министров СССР, 1981.
5. Мартынов В. А., Скоробогатов А.А. Анализ режимов работы асинхронных двигателей по высшим гармоническим тока статора: Тез. докл. IV Междунар. конф. «Электротехника, электромеханика и электротехнологии». – Клязьма. – 2000. – С. 269.