

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ РОТОРОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Гребченко Н.В., Полковниченко Д.В. (Украина, г. Донецк)

Практика эксплуатации асинхронных электродвигателей (АД) собственных нужд (с.н.) электрических станций показывает, что достаточно распространенным повреждением роторной обмотки является обрыв стержней обмотки от короткозамыкающих колец [1]. Обрыв одного стержня незначительно сказывается на эксплуатационных показателях работы АД, но может привести к повреждению других стержней и полному повреждению электродвигателя.

Актуальность разработки автоматизированной системы диагностики технического состояния электродвигателей системы с.н. электростанций объясняется необходимостью своевременного выявления наметившихся повреждений и возможностью планирования их устранения таким образом, чтобы не нарушался режим работы энергоблока.

Эффективность и надежность системы диагностики в большой мере зависит от правильного выбора информативных параметров, что стало важной стадией в разработке рассматриваемой системы.

При разработке системы автоматизированной диагностики было выдвинуто и обосновано требование использовать только датчики, которые уже имеются на присоединениях с.н. электростанций (трансформаторы тока и напряжения), и, таким образом, диагностические параметры выбирались из тех, которые можно измерять или рассчитывать с помощью этих датчиков.

В настоящее время существуют различные способы проверки исправности стержней ротора АД. Основным недостатком большинства этих методов является то, что их использование возможно либо на неработающем двигателе либо при пуске АД, что неприемлемо для использования в автоматизированной системе диагностики.

Экспериментальные исследования зависимости параметров, характеризующих установившийся режим работы АД от состояния ротора АД, проводились на специальном стенде в лаборатории кафедры “Электрические станции” Донецкого государственного

технического университета. Для этого использовался специальный двигатель, ротор которого модернизирован с целью обеспечения возможности имитации обрывов стержней обмотки. На вынутах роторе были отрезаны и заменены боковые короткозамыкающие кольца, а во всех стержнях с двух сторон выполнены отверстия с резьбой. Измерение режимных параметров выполнялось с помощью устройства автоматизации эксперимента (УА), выполненного на основе ПЭВМ. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые в УА выполнялось с помощью десятиразрядных аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Исследования проводились при различных коэффициентах загрузки АД и при различном числе оборванных стержней обмотки ротора. В качестве режимных параметров осциллографировались фазные токи статора АД и линейные напряжения U_{ab} и U_{cb} , а также частота вращения АД.

В ходе обработки экспериментальных данных выявлены и рассчитаны параметры установившегося режима работы АД, зависящие от количества оборванных стержней обмотки ротора: соотношение потребляемой активной мощности АД и его скольжения P/S , ток обратной последовательности i_2 , коэффициенты пульсаций результирующего вектора тока статора γ_i и мощности γ_P (табл.1).

В работе [2] достоверным признаком обрыва стержней короткозамкнутого ротора АД предложено считать наличие пульсаций в результирующем векторе тока статора и активной мощности. Однако анализ полученных результатов (табл. 1) показал, что величина коэффициентов пульсаций результирующего вектора тока статора и активной мощности зависит не только от наличия оборванных стержней обмотки ротора, но и в большой степени от коэффициента загрузки АД. Это свидетельствует о неоднозначности этих параметров при использовании их для автоматизированной системы диагностики.

В работе [3] приведено описание устройства, фиксирующего наличие оборванных стержней по величине тока обратной последовательности i_2 . Расчет тока обратной последовательности на основании полученных экспериментальных данных по специально разработанной программе показал, что использование этого параметра для диагностики обрывов стержней обмотки ротора затруднено из-за его зависимости от несимметрии питающего напряжения, несимметричной нагрузки и в какой-то степени от величины нагрузки.

Известно, что при обрыве стержня обмотки ротора происходит снижение потребляемой активной мощности АД и одновременно

уменьшается частота вращения ротора, т.е. увеличивается скольжение АД. Проведенные экспериментальные исследования и расчеты показали, что хорошей информативностью как диагностический параметр обладает отношение мощности на валу АД P к скольжению S двигателя.

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований установившегося режима работы АД

Величина нагрузки, о.е.	Число Оборванных Стержней	P/S , о.е.	i_2 , А	γ_P , о.е.	γ_i , о.е.
0	0	-	0,197	-	3,79
	1	-	0,207	-	4,02
	2	-	0,212	-	4,53
	3	-	0,215	-	5,17
0,3	0	5,72	0,231	3,46	2,73
	1	5,23	0,252	3,64	2,75
	2	4,87	0,259	3,68	2,82
	3	4,53	0,267	3,81	2,91
0,7	0	5,81	0,236	2,27	1,86
	1	5,34	0,253	2,29	1,89
	2	4,95	0,274	2,33	2,00
	3	4,62	0,282	2,42	2,16

Алгоритм разработанного метода автоматизированной диагностики состояния роторной обмотки АД приведен на рис. 1. Он основан на контроле изменения величины соотношения активной мощности потребляемой АД и скольжения. Расчет мощности производится по выражению

$$P = u_{ab} i_a + u_{cb} i_c.$$

Использование при расчете мощности токов двух фаз позволяет рассчитывать ее для двигателя любого присоединения системы с.н. электростанции, т.к. в основном на присоединении устанавливаются трансформаторы тока только в двух фазах.

Так как на двигателях с. н. не устанавливаются датчики частоты вращения скольжение предлагается определять как частоту колебаний рабочего тока статора по выражению

$$S = \frac{1}{t_{\text{кол}}},$$

где S - скольжение АД, %;

$t_{\text{кол}}$ - период колебаний рабочего тока статора, с.

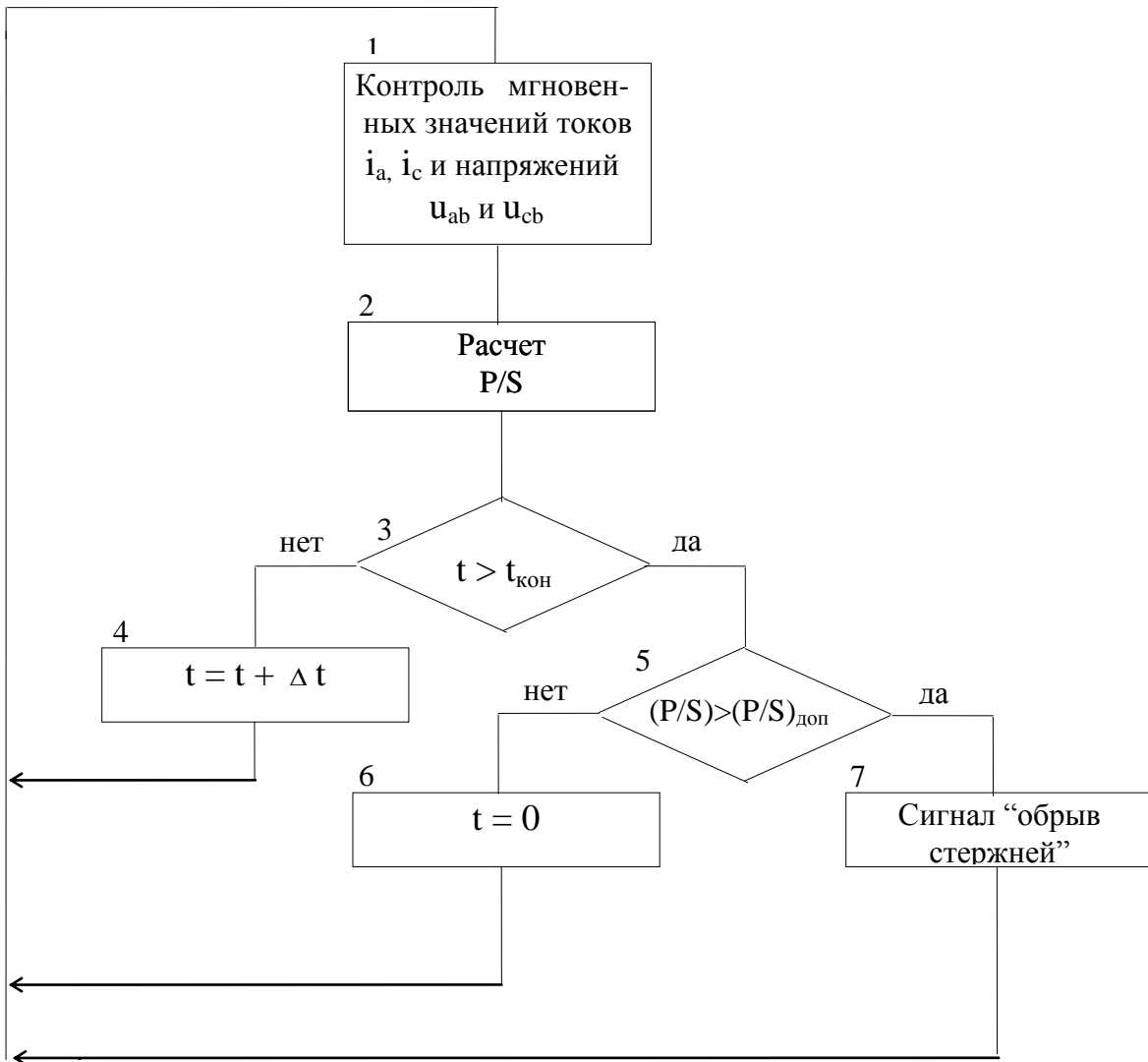


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритма автоматизированной системы диагностики обрывов стержней обмотки ротора АД.

Как свидетельствуют приведенные данные диагностический параметр P/S практически не зависит от нагрузки АД и для данного экспериментального двигателя может быть принят равным 5,7. Если

отношение P/S снизится ниже этого значения, то это свидетельствует о появлении обрыва стержней короткозамкнутого ротора АД.

На рис. 2 приведены диагностические кривые полученные для экспериментального АД.

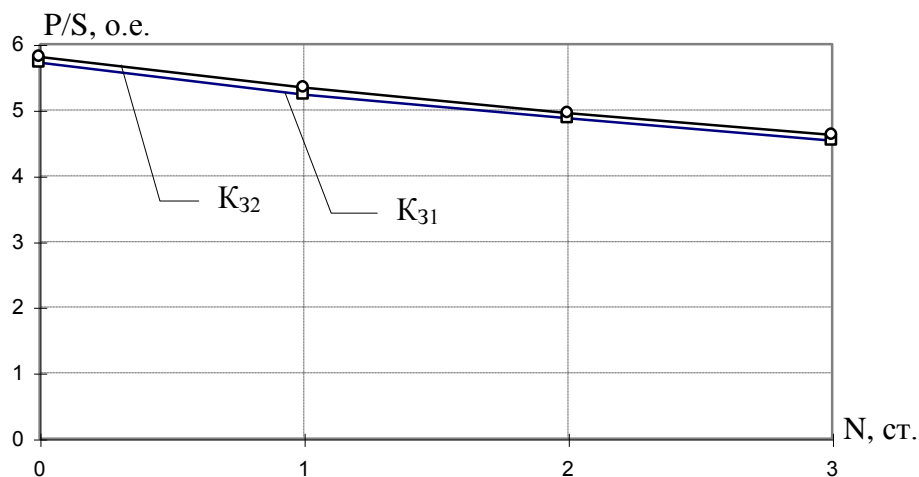


Рисунок 2 - Зависимость величины соотношения P/S от количества оборванных стержней обмотки ротора АД при двух коэффициентах его загрузки (K_3).

Выводы

1. Известные диагностические параметры в некоторых случаях не позволяют надежно выявлять обрывы стержней обмоток ротора АД без отключения АД.

2. Предлагаемый диагностический параметр для выявления обрывов стержней ротора основан на определении соотношения потребляемой активной мощности АД и его скольжения и позволяет достаточно надежно обнаруживать повреждение. Его основным преимуществом является малая зависимость от изменения нагрузки АД.

Список использованных источников

1. Брюханов Г.А., Князев С.А. Метод и устройство для диагностики состояния роторных обмоток асинхронных электродвигателей. - Электрические станции, 1986, № 2, с. 44-45.

2. Сивокобыленко В.Ф., Нури Абделбассет. Диагностика состояния короткозамкнутых роторов асинхронных машин. - Электричество, 1997, № 3, с. 25-26.

3. Корогодский В.И., Кужеков С.Л., Паперно Л.Б. Релейная защита электродвигателей напряжением выше 1 кВ. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 248 с.