

УДК 621.3

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫХ ПРИВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. А. КОРНЕЕВ, А. С. ТРЕТЬЯКОВ, А. П. СЕРИКОВ

ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Могилев, Беларусь

UDC 621.3

NON-DESTRUCTIVE CONTROL OF SWITCHED RELUCTANCE DRIVE WITH HELP OF COMPUTER TECHNOLOGIES

A. A. KARNEYEU, A. S. TRETSIAKOU, A. P. SERIKOU

Аннотация

В данной работе перечисляются потенциальные неисправности вентильно-индукторного привода (ВИП) как со стороны двигателя, так и со стороны преобразователя. Определяются методы неразрушающего контроля ВИП для установления неисправностей. Указывается программное обеспечение для проведения моделирования аварийных режимов.

Ключевые слова:

вентильно-индукторный привод, неразрушающий контроль, отказоустойчивость, компьютерные технологии.

Abstract

Potential motor and converter faults of switched reluctance motor (SRM) are listed in this paper. Methods of non-destructive fault testing of SRM are presented. The software for simulation of SRM under fault condition is described.

Key words:

switched reluctance motor, non-destructive testing, fault-tolerant systems, computer technologies.

Обслуживание и замена электрооборудования в некоторых случаях не представляется возможной, например, во время полета самолета. В таких случаях отказоустойчивость оборудования является очень важной характеристикой.

В ряде публикаций [1, 2] утверждается, что вентильно-индукторные приводы (ВИП) обладают уникальной характеристикой, которая повышает надежность двигателя – данный двигатель имеет возможность продолжать работу, несмотря на неполадки в обмотке либо в силовой схеме преобразователя. Магнитная независимость фаз двигателя и асимметричная схема преобразователя позволяют ВИП продолжать работу при выходе из строя одной или более фаз (в зависимости от конструкции двигателя). Однако для стабильного, безопасного продолжения работы при появлении неполадки в силовой цепи, системе управления необходимо получить детальную информацию о данной неполадке. Эта система должна выбрать требу-

емый алгоритм работы в зависимости от полученной информации. Например, при выходе из строя одной из фаз, микропроцессорной системе управления необходимо установить неисправную фазу, а затем отключить секцию преобразователя, работающую с ней.

Таким образом, данная работа ставит целью определить методы неразрушающего контроля ВИП для получения информации о неисправностях. Эта информация необходима системе управления для определения требуемого аварийного алгоритма работы. Для достижения поставленной цели установим перечень возможных неполадок и впоследствии определим методы диагностики. Неисправности могут возникать как в двигателе, так и в преобразователе. Будем рассматривать их и их диагностику раздельно. Также рассмотрим программное обеспечение, помогающее проводить исследования в данном направлении.

Перечислим возможные неисправности в двигателе:

- разрыв цепи в одной из обмоток фазы;
- короткое замыкание на стороне одной из обмоток фазы;
- ротор сдвинут от центра (не центрирован в статоре), что приводит к разному воздушному зазору.

В результате первых двух неисправностей магнитный поток становится несбалансированным. При последней неисправности также наблюдается дисбаланс сил, приложенных к ротору, однако, уровень дисбаланса не так критичен [3]. В целом данные неисправности могут привести к повышенным вибрациям, частичной потере мощности, выходу из строя фазы двигателя и преобразователя.

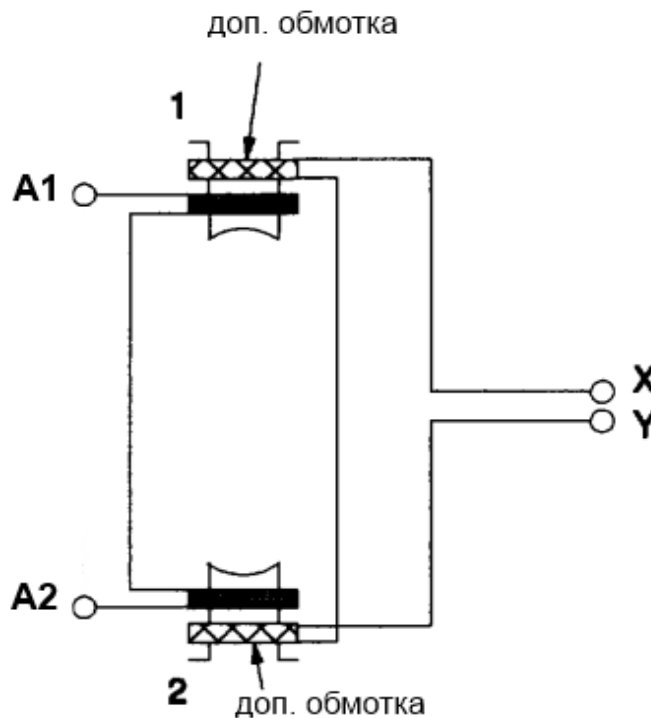


Рис. 1. Дополнительная пара обмоток

Для определения вышеуказанных неисправностей в [4] было предложено использовать дополнительную пару обмоток (рис. 1). При нормаль-

ной работе потокосцепление обмоток 1 и 2 одинаково, по этой причине наведенная ЭДС в обмотках одинакова. Если данные обмотки соединены встречно, то, при нормальных условиях, напряжение между точками X и Y равно нулю. Какое-либо напряжение, появляющееся между точками X и Y, сигнализирует о несбалансированном магнитном потоке. Данные обмотки также позволяют определить дисбаланс, вызванный сдвигом положения ротора.

Асимметричная трехфазная силовая схема преобразователя изображена на рис. 2. В плече данной схемы присутствует два силовых транзистора и два шунтирующих диода.

Определим возможные неисправности, связанные с транзисторами и шунтирующими диодами:

- пробой верхнего или нижнего транзистора;
- несрабатывание верхнего или нижнего транзистора, то есть постоянное нахождение в разомкнутом состоянии;
- одновременный пробой верхнего и нижнего транзистора;
- короткое замыкание либо размыкание цепи по причине выхода из строя шунтирующих диодов.

Последствия последних двух неисправностей почти одинаковы. Они заключаются в появлении тока короткого замыкания в фазе, что приводит к выходу из строя силовой цепи преобразователя.

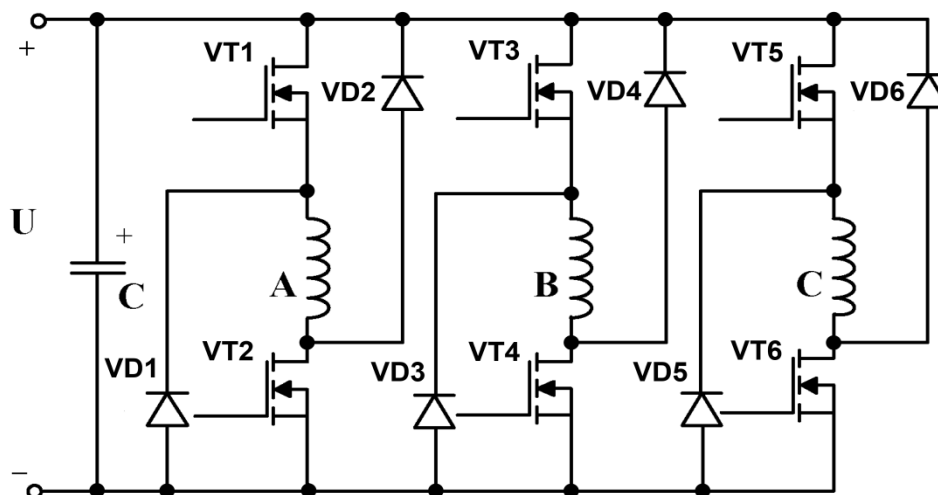


Рис. 2. Асимметричная трехфазная силовая схема

В [5] было предложено два метода диагностики неполадок силовой схемы преобразователя. Суть методов заключается в определении значения тока в режиме реального времени в определенной точке силовой схемы. Далее происходит обработка результата и указание места неисправности при её наличии. Первый метод использует один датчик тока, второй – два датчика тока. Данные методы были проверены экспериментально и подтвердили свою эффективность.

Определение возможных аварийных токов в моторе и преобразователе сложная проблема. Решить её помогает специализированное программное обеспечение, такое как PC-SRD Dynamic. Эта программа описывается



в [3]. Она предназначена для разработки вентильно-индукторных двигателей и преобразователей для них. Данная программа позволяет полностью моделировать систему управления.

Программа включает в свою структуру следующие элементы:

- электромагнитную модель вентильно-индукторного двигателя и преобразователя;
- модель нагрузки;
- ПИД регулятор скорости;
- систему расчета углов подачи напряжения;
- модель датчика положения ротора.

Данная программа позволяет моделировать аварийные режимы: разрыв цепи, короткое замыкание, нарушение работы системы управления. Для этих целей она использовалась в [3, 6].

В ходе работы были выявлены основные возможные неисправности ВИП. Были определены методы неразрушающего контроля для определения неисправностей ВИП. При условии применения данных методов, ВИП может продолжать работу при неполадках в фазе двигателя либо неисправности в плече силовой схемы преобразователя. Это может происходить следующим образом: микропроцессорная система получает аварийный сигнал от датчика и реорганизует работу преобразователя с учетом типа неисправности. В данной работе также была рассмотрена программа, позволяющая моделировать работу ВИП в аварийных режимах. Применение данного рода программ значительно упрощает анализ режимов работы двигателя.

На сегодняшний день рассматривается возможность применения и проверки полученных результатов в разрабатываемом оборудовании для исследования ВИП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Темирев, А. П.** Математическое моделирование, проектирование и экспериментальное определение параметров вентильно-индукторных электроприводов: монография / А. П. Темирев. – Новочеркасск : ЛИК, 2011. – 794 с.
2. **Miller, T. J. E.** Switched Reluctance Motor and Their Control / T. J. E. Miller. – London, U.K. : Magna Physics Publishing and Oxford Univ. Press, 1993.
3. **Miller, T. J. E.** Faults and unbalance forces in the switched reluctance machine / T. J. E. Miller // IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 31, no. 2, pp. 319–328, Mar./Apr.1995.
4. **Stephens, C. M.** Fault detection and management system for fault tolerant switched reluctance motor drives / C. M. Stephens // IAS Annu. Meeting. – 1989. – pp. 574–578.
5. **Chen, H.** Fault Diagnosis Digital Method for Power Transistors in Power Converters of Switched Reluctance Motors / H. Chen, S. Lu // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – vol. 60, no. 2, Feb. 2013. – P.749–763.
6. **Chindurza, I.** Non-invasive fault diagnosis for switched reluctance machines with incorrect winding turns, inter-turn winding faults and eccentric rotors / I. Chindurza, D.G. Dorrell, C. Cossar // in Proc. 5th Int. Conf. Power Electronics and Drive Systems (PEDS). – Valencia, Spain, Nov. – vol. 1, 2003. – P. 485–490.

