

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Серебрякова Артема Владимировича на диссертационную работу Холодилова Сергея Сергеевича на тему «Диагностика электромагнитной системы синхронных двигателей с постоянными магнитами», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. -Электротехнические комплексы и системы

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ

Диссертация структурно состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Содержание работы полностью соответствует поставленной цели и задачам. В первой главе проведен глубокий аналитический обзор, систематизированы неисправности СДПМ и современные методы диагностики. Во второй главе убедительно обоснована принципиальная возможность и преимущества использования генераторного режима для целей диагностики. В третьей главе, являющейся основной, разработан комплексный алгоритмизированный метод диагностики, включающий этапы синхронизации, интерполяции, вейвлет-преобразования и сравнения сигналов. Четвертая глава содержит экспериментальное подтверждение эффективности разработанного метода на различных уровнях: математическом, модельном и натурном.

АНАЛИЗ ДИССЕРТАЦИИ

1. Актуальность темы диссертационной работы

Повышение надежности и перехода к предиктивному обслуживанию систем электропривода является одной из ключевых задач современной электротехники. В связи с массовым применением синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) в критически важных объектах особую актуальность приобретает проблема диагностики специфических для них неисправностей магнитной системы, таких как кропление и размагничивание постоянных магнитов. Существующие методы токовой диагностики, разработанные для асинхронных машин, малоэффективны для СДПМ из-за сильной зашумленности сигнала гармониками преобразователя частоты. В этой связи диссертационная работа Холодилова С.С., направленная на



создание метода диагностики, использующего генераторный режим работы СДПМ для получения чистого сигнала и современные методы его обработки, является высокоактуальной и имеет большую практическую значимость для развития диагностики электротехнических комплексов.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность основных результатов аналитических исследований, рекомендаций и выводов диссертации подтверждается использованием современных математических моделей и экспериментальных методов исследования. Полученные результаты работы базируются на использовании классических методов теории электропривода, электрических машин, теории автоматического управления, известных методов программирования и математического моделирования. Основные выводы диссертации развивают ранее опубликованные результаты исследований по данной тематике.

3. Новизна и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Достоверность научных положений, результатов и выводов обеспечивается применением апробированного математического аппарата, корректными допущениями при моделировании, использованием современных программных комплексов (MatLab, Elcut), а также подтверждена хорошей сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

К наиболее существенным научным результатам, определяющим новизну работы, относятся:

1. Разработан и экспериментально апробирован способ автоматической регистрации генераторного режима работы СДПМ на основе частотной декомпозиции токового сигнала.
2. Предложен способ синхронизации диагностируемого и эталонного сигналов с использованием вейвлет-преобразования для идентификации участков, соответствующих отдельным магнитам ротора.

3. Разработан и реализован комплексный метод диагностики, позволяющий выявлять дефекты магнитной системы по сформированному диагностическому сигналу с использованием спектрального и статистического анализа.

4. Значимость для науки и практики результатов диссертации и возможные пути ее использования.

Практическая ценность работы заключается в создании метода, позволяющего проводить диагностику СДПМ без разборки и остановки привода, в его штатных режимах работы. Разработанный метод апробирован и внедрен для мониторинга погружных насосов в системе водоснабжения АО «Международный Аэропорт Магнитогорск», что подтверждено соответствующим актом внедрения. Результаты работы могут быть использованы при создании систем диагностики для транспорта, станкостроения и других областей техники.

5. Степень завершенности диссертации в целом и качество её оформления

Диссертация Холодилова С.С. содержит теоретические и практические результаты, сформулированные выводы, которые в совокупности позволяют квалифицировать ее как законченную научную работу.

Диссертация написана ясным, грамотным, техническим языком, хорошо оформлена, положения четко аргументированы.

6. Полнота опубликования основных результатов диссертации

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 10 печатных работах, в том числе, в 2 изданиях из перечня ВАК и 3 изданиях, индексируемых в базе Scopus. Состав и объем публикаций полностью соответствуют предъявляемым требованиям.

7. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Содержание автореферата соответствует основным положениям и содержанию диссертации и отражает, цель, идеи, задачи и научные результаты работы.

8. По материалам диссертации имеются замечания:

1. В разделе, посвященном интерполяции сигналов, для устранения рассогласования по количеству отсчетов предлагается использовать

интерполяционный многочлен Лагранжа. Однако, для задач цифровой обработки сигналов более типичным и эффективным является использование sinc-интерполяции или полиномиальных сплайнов. Следовало бы дать сравнительное обоснование выбора именно многочлена Лагранжа для поставленной задачи.

2. В качестве критерия достаточности количества реализаций ($N=21$) для проведения диагностики приведено лишь конечное значение. Не раскрыт методический подход к расчету и верификации данного критерия, его зависимость от мощности и типа СДПМ.

3. В работе показана высокая эффективность метода для диагностики одиночных дефектов. Было бы полезно исследовать его помехоустойчивость к изменению параметров внешней среды, таких как температура и нагрузка на валу двигателя, которые также могут влиять на токовый сигнал.

4. В качестве диагностического признака неисправности «коротко-замкнутый виток» указано «увеличение амплитуды диагностического сигнала». В работе не раскрыто, каким образом предложенный метод отделяет данный признак от возможной флуктуации коэрцитивной силы магнитов, не связанной с дефектом?

5. В выводах по главам и в заключении количественные оценки эффективности метода (например, точность обнаружения, вероятность ложного срабатывания) приведены в качественной форме. Желательно было бы представить их и в количественном виде.

Отмеченные замечания носят уточняющий характер и не снижают высокого научного уровня и общей положительной оценки диссертационной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Холодилова Сергея Сергеевича является самостоятельным, законченным научно-квалификационным исследованием. Актуальность темы, научная новизна, достоверность результатов и их практическая значимость не вызывают сомнений.

Содержание диссертации соответствует формальным требованиям по объему и содержанию, а также пунктам 1 и 4 паспорта специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Холодилова Сергея Сергеевича соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент

Доцент кафедры «Электрооборудование,

электропривод и автоматика»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный

технический университет им. Р.Е. Алексеева»,

(г. Нижний Новгород),

кандидат технических наук, доцент

Серебряков Артем Владимирович

Подпись официального оппонента заверяю

с.г. Демедков ИИИТ Руньба Е.Н.



Подпись Серебрякова Артема Владимировича заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета университета



Г.Н. Мерзляков

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева». Адрес: Минина ул., 24, г. Нижний Новгород, Нижегородская область, 603155. Тел. (831)436-23-25. Адрес электронной почты: ntu@ntu.ru