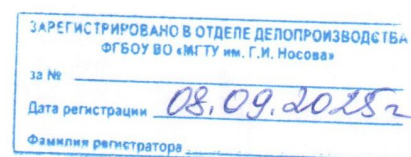


ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Горожанкина Алексея Николаевича 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

1. Актуальность темы диссертационной работы

Широкое внедрение синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) в ответственные приводы робототехники, транспорта, авиации и автоматизированных промышленных комплексов обуславливает повышенные требования к их надежности и бесперебойной работе. Особый класс неисправностей СДПМ, связанный с деградацией и разрушением высококоэрцитивных магнитов (сколы, крошение, размагничивание), нехарактерный для других типов электроприводов, требует разработки специализированных методов диагностики. Прямая трансляция традиционных методов токовой диагностики на СДПМ неэффективна из-за наличия постоянного магнитного поля, вносящего дополнительные гармоники, и особенностей систем управления. В связи с этим диссертационная работа Холодилова С.С., посвященная разработке метода диагностики электромагнитной системы СДПМ, основанного на анализе токовых сигналов в генераторном режиме с применением вейвлет-преобразования, является безусловно актуальной и имеет важное научно-практическое значение.



2. Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 217 наименований и приложений. Работа изложена на 223 страницах и включает 100 рисунков и 1 таблицу. Структура работы логична и последовательно раскрывает этапы решения поставленных задач. Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость. В первой главе дан глубокий анализ неисправностей СДПМ и современных методов диагностики, обоснована неэффективность преобразования Фурье и преимущества вейвлет-анализа применительно к анализу токовых сигнатур. Вторая глава посвящена теоретическому обоснованию использования генераторного режима для получения незашумленного диагностического сигнала. В третьей главе разработан комплексный метод диагностики, включающий синхронизацию сигналов, их интерполяцию и вейвлет-анализ. Четвертая глава содержит результаты экспериментальных исследований, подтверждающие эффективность метода.

3. Достоверность и научная новизна основных результатов работы

Достоверность результатов обеспечена комплексным подходом, включающим математическое моделирование, компьютерную симуляцию в программных пакетах Elcut и MatLab и натурный эксперимент на реальном приводе. Результаты моделирования и экспериментальных исследований хорошо согласуются между собой.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Установлено влияние уникальных магнитных характеристик отдельных магнитов ротора на формирование детерминированных токовых сигнатур в статорных обмотках.

2. Разработан метод диагностики СДПМ в генераторном режиме, применяющий сигнатурный анализ и минимизирующий влияние основной гармоники и помех от преобразователя частоты.

3. Выявлены и экспериментально подтверждены диагностические признаки для ряда специфических неисправностей СДПМ: короткого замыкания обмоток статора, статического эксцентриситета, крошения магнита и снижения коэрцитивной силы.

4. Научная и практическая значимость

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории и методов токовой диагностики применительно к СДПМ. Практическая ценность подтверждена внедрением разработанного метода в систему мониторинга насосов с СДПМ в АО «Международный Аэропорт Магнитогорск» (имеется акт внедрения). Метод позволяет выявлять дефекты на ранней стадии без остановки технологического процесса, что способствует повышению надежности и снижению эксплуатационных расходов.

5. Публикации по работе

Основные положения диссертации опубликованы в 10 научных работах, в том числе в 2 статьях в журналах из перечня ВАК и в 3 статьях, индексируемых в Scopus, что полностью удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней.

6. Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Содержание автореферата полностью и адекватно отражает содержание диссертационной работы, ее основные положения, выводы и результаты.

7. Замечания и дискуссионные положения

1. В работе обоснован выбор вейвлет-анализа перед анализом Фурье, однако не приведено детальное обоснование выбора конкретного материнского вейвлета. Какими критериями (например, симметрия, наличие моментов, время-частотная локализация) руководствовался автор при его выборе для данной конкретной задачи?

2. Для интерполяции сигналов выбран многочлен Лагранжа. Проводилось ли сравнение его эффективности с другими методами интерполяции (сплайны, sinc-интерполяция), традиционно применяемыми в ЦОС?

3. Учитывает ли метод поправки на температуру двигателя в процессе диагностики, которая может существенно влиять на магнитные свойства и формируемый сигнал?

4. Разработанный метод позиционируется как не требующий привязки к типу СДПМ. Проводились ли исследования на двигателях существенно различающейся мощности и с различным конструктивным исполнением магнитов?

5. Для неисправности «межвитковое замыкание» ключевым признаком является рост амплитуды диагностического сигнала. Позволяет ли метод количественно оценить тяжесть дефекта по скорости или величине этого роста?

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

8. Заключение

Диссертационная работа Холодилова Сергея Сергеевича представляет собой завершенное научное исследование, в котором решена актуальная научно-техническая задача по разработке нового метода диагностики синхронных двигателей с постоянными магнитами. Работа выполнена на

высоком научном и методическом уровне, содержит новые научные и практические результаты.

Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013), а ее автор, Холодилов Сергей Сергеевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент

Заведующий кафедрой «Электрические станции,
сети и системы электроснабжения»

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный
университет (национальный исследовательский
университет)», (г. Челябинск),

доктор технических наук, доцент

Горожанкин Алексей Николаевич



ВЕРНО
Начальник службы
делопроизводства ЮУрГУ
Н.Е. Цибулина

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)». Адрес: 454080, Уральский федеральный округ, Челябинская область, г. Челябинск, просп. В.И. Ленина, д. 76. Тел. +7 (351) 267-98-94. Адрес электронной почты: gorozhankinan@susu.ru