

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Денисова Евгения Сергеевича «Флуктуационно-шумовые и релаксационные электрические методы и приборы интеллектуального контроля и диагностики водородных твердополимерных топливных элементов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

Работа Денисова Е.С. посвящена разработке метода диагностики водородных твердополимерных топливных элементов (ТПТЭ) с использованием информационных свойств электрических шумов и флуктуаций, наблюдающихся в процессе работы объекта, что делает задачу исследования таких систем актуальной и практически значимой.

Несмотря на все возрастающий интерес к этой области и успехи в понимании природы электрических флуктуаций и влияния на них режимов работы, систематических исследований электрошумовых методов недостаточно для разработки и организации комплексных систем контроля и диагностики ТПТЭ. В научно-технических источниках информации отсутствуют данные по измерениям, анализу электрических флуктуаций батарей ТПТЭ и их диагностической ценности.

Большое количество параметров, определяющих функционирование ТПТЭ и разнообразие режимов работы, приводят к накоплению больших объемов экспериментальных данных, извлечение диагностических признаков из которых является сложной задачей. Решение этой проблемы найдено повышением уровня интеллектуализации приборов и систем диагностики и контроля путем внедрения методов машинного обучения.

Автором проведен критический анализ большого числа публикаций на тему диссертации, на основании чего сформулированы цель и задачи работы.

Для достижения поставленной цели были автором были сформулированы следующие задачи:

1. Анализ существующих подходов к построению систем технического контроля и диагностики водородных твердополимерных топливных элементов; выявление резервов для повышения функциональных возможностей соответствующих методов и их приборной реализации.

2. Разработка и исследование системной диагностической модели водородного топливного элемента. Выбор и обоснование направлений поиска диагностических признаков режимов работы. Разработка флуктуационно-шумовой модели ТПТЭ как источника диагностической информации и экспериментальных методов для их исследования.

3. Теоретическое и экспериментальное исследование повышения эффективности релаксационных методов исследования ТПТЭ. Исследование диагностических свойств релаксационных характеристик, вызванных изменением нагрузки, и разработка соответствующего метода контроля и диагностики ТПТЭ.

4. Разработка экспериментальных стендов для исследования диагностических свойств электрических флуктуационно-шумовых характеристик ТПТЭ. Теоретические и экспериментальные исследования электрических шумов и флуктуаций водородных ТПТЭ. Выявление статистически значимых закономерностей и диагностических признаков для оценки режимов работы, технического состояния и процессов деградации.

5. Экспериментальные исследования флуктуационно-шумовых и релаксационных характеристик батарей ТПТЭ при их продолжительной работе. Адаптация методов контроля и диагностики для батарей ТПТЭ. Разработка методов оценки долговременных временных трендов и их использования для исследования процессов деградации.

6. Разработка научно-методических основ интеллектуализации контроля и диагностики ТПТЭ на основе нейросетевых технологий. Разработка методик и алгоритмов оперативного и малоинвазивного контроля, диагностики и прогнозирования режимов работы и деградации компонентов ТПТЭ, а также соответствующих структур приборов и систем, их аппаратного, алгоритмического и программного обеспечения.

Автором разработаны и экспериментально подтверждены теоретические основы использования флуктуационно-шумовых и релаксационных характеристик для оперативной диагностики режимов работы и прогнозирования развития деградационных процессов ТПТЭ.

Методология работы базируется на известных математических, физических и электрохимических моделях, экспериментальных результатах и методах измерений слабых сигналов, цифровой обработки сигналов. Полученные в работе данные, а также выявленные закономерности не противоречат фундаментальным принципам и данным, известным из научно-технической литературы. В работе

использовались методы математической статистики, методы математического моделирования, методы параметрической идентификации, а также методы исследования электрохимических систем.

На высоком уровне выполнены электрические шумовые, флуктуационные и релаксационные процессы измерения на экспериментальных установках, на основе разработанных и сертифицированных измерительных средств. Для обработки данных и моделирования использовались лицензионные программные пакеты MATLAB, Anaconda Spyder, Jupyter Notebook, NI Multisim, NI LabVIEW.

По результатам работы опубликовано большое число статей в ведущих российских и зарубежных изданиях, результаты доложены и обсуждены на научных конференциях различного уровня.

Новизна и обоснованность результатов, законченность работы не вызывают сомнений.

Вместе с тем имеются некоторые замечания к работе:

В разделе 3 Основные результаты работы автор пишет, что им «решены следующие задачи:

1. Аналитический обзор показал, что для расширения области применения источников электрической энергии на базе ТПТЭ требуется решить актуальную задачу создания маловозмущающих методов контроля и диагностики, обеспечивающих оперативное обнаружение неисправностей ТПТЭ и их критических режимов работы, а также формирование рекомендаций, минимизирующих влияние на эксплуатационные характеристики».

С моей точки зрения, этот текст является не решением, а постановкой задачи и должен быть помещен в соответствующий раздел автореферата.

Указанное замечание носит технический характер и не влияет на общую положительную оценку представленной работы.

Считаю, что диссертация отвечает всем требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в действующей редакции), а ее автор, Денисов Е.С., заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Согласен с размещением моих персональных данных в аттестационное дело соискателя.

Доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой «Химия и химическая технология» федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»,


Плетнев Михаил Андреевич.

08.09.2025

Диссертация защищена по специальности
2.6.9 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

Почтовый адрес: 426069, Ижевск, Студенческая, 7,

E-mail: pletnev@istu.ru

Тел. +79127604223

Подпись Плетнева М.А. заверяю
Ученый секретарь Ученого совета,

д.п.н., доцент





Э.Г. Крылов