

ПРИМЕНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ КОНТАКТНОГО СОЕДИНЕНИЯ

*Вензелев Роман Викторович, аспирант кафедры системозащиты ФГБОУ
ВО Красноярский ГАУ, venzelove_rv@mail.ru*

*Вензелева Ольга Олеговна, студент ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ,
olga_venzeleva@mail.ru*

***Аннотация:** Показана возможность применения существующего ультразвукового дефектоскопа для сбора и передачи информации о состоянии плоскостного контактного соединения шин. Предложены варианты доработки дефектоскопа для его соответствия минимальным техническим требованиям к автономному устройству акустической эмиссии контактного соединения плоских шин.*

***Ключевые слова:** ультразвук, контроль, контакты, электрические шины*

Сельское хозяйство остаётся одной из основополагающих отраслей экономики, обеспечивая продовольственную безопасность и способствует социально-экономическому развитию страны.

Известно, что актуальность задачи обеспечения надежного электроснабжения очень высока, особенно для сельскохозяйственных предприятий промышленного типа, в первую очередь животноводческих комплексов. В агропромышленном комплексе, где прерывания в электроснабжении могут привести к значительным удельным потерям, вопросы обеспечения надежности и эффективности электроснабжения имеют особую актуальность. Учитывая тенденцию к автоматизации производственных процессов и применению высокоточного оборудования, которое задействовано на многих этапах производства, становится критически важным обеспечение бесперебойной работы контактных соединений и минимизация потерь в электрических проводниках.

Ранние исследования в области контроля технического состояния оборудования показывают потенциал интеграции методов акустической эмиссии и машинного обучения для анализа состояния неразъемных плоскостных контактных соединений шин в комплектных распределительных устройствах напряжением от 0,4 до 35 кВ [2, 3, 3]. Показанный метод оценки позволяет с высокой точностью определять текущее техническое состояние указанных соединений, применяя передовые алгоритмы обработки данных и машинного обучения. Данный подход обладает значительным практическим потенциалом, способствуя своевременному выявлению дефектов в контактных соединениях, что помогает рационально планировать ремонтные мероприятия и предотвращает возможные сбои в работе распределительных устройств.

Современные подходы в области контроля и диагностики электрооборудования стремятся к минимизации простоев за счет применения методов неразрушающего контроля, позволяющих оценивать состояние оборудования без его вывода от работы. Эта тенденция обусловлена развитием и внедрением передовых технических устройств и систем, способных эффективно реализовывать данные методики.

Цель и задачи

Целью исследования является определение возможности использования существующих технических решений в области ультразвуковой диагностики для применения в качестве автономного устройства акустической эмиссии контактного соединения плоских шин под рабочим напряжением.

В ходе работы поставлены следующие задачи:

1. Выполнить сравнение портативных ультразвуковых дефектоскопов с оптимальными характеристиками для сбора и передачи данных.

2. Предложить необходимые дополнения к существующей конструкции портативного дефектоскопа для соблюдения минимальных требований к автономному устройству акустической эмиссии контактного соединения.

Технические требования к устройству

В контексте проведения измерений и передачи данных с использованием технологий беспроводной связи, которые предусматривают долгосрочное размещение дефектоскопа на контролируемом контактном соединении, необходимо, чтобы оборудование отвечало установленным минимальным техническим требованиям, обеспечивающим надежное функционирование системы акустической эмиссии для контроля состояния контактных соединений в условиях эксплуатации под рабочим напряжением электроустановки. Требования к конструкции дефектоскопа включают:

– Возможность осуществления акустической эмиссии устройством с внутренним источником питания.

– Передача измеренных значений по каналу беспроводной передачи данных.

– Отсутствие дисплея в конструкции устройства, поскольку измеренные значения обрабатываются и интерпретируются на уровне программного обеспечения.

– Величина усиления ультразвукового сигнала не должна быть менее 80-84 дБ.

– Габаритные размеры устройства по ширине должны соответствовать ширине плоских шин, на контактах которых возможна установка устройства. В среднем ширина устройства не должна превышать 80 мм.

– Возможность измерения температуры в зоне ультразвукового контроля.

Как известно ультразвуковые дефектоскопы – это устройства, предназначенные для неразрушающего контроля качества сварных соединений (включая соединения металлических и полиэтиленовых трубопроводов), а также различных материалов и сплавов. Подбор ультразвуковых дефектоскопов выполняется исходя из решаемых задач на производстве.

Сравнение ультразвуковых дефектоскопов

В настоящее время отечественный рынок портативных ультразвуковых дефектоскопов для неразрушающего контроля представлен широким ассортиментом устройств, например, различными модификациями дефектоскопов типа УСД и УД2, Velograph II и другие, а также устройствами зарубежной разработки типа FD510, MFD500B, YUT-2600 и т.д. Сравнение характеристик дефектоскопов представлено в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики портативных ультразвуковых дефектоскопов

№	Наименование параметра	Требование	УСД-60	УД2-ВФ-Цивом	Velograph II	YUT-2600	MFD-500B
1	Наличие внутреннего элемента питания	да	да	да	да	да	да
2	Величина усиления ультразвукового сигнала, дБ	не менее 80	100	84	84	55	60
3	Габаритные размеры (ДхШхВ), см	не более 15×8×6	22×6×15	25×21×10	10×6,8×3	27×19×6	26×17×6
4	Наличие устройства беспроводной передачи данных	да	да	нет	да	нет	нет
5	Отсутствие дисплея в конструкции устройства	нет	в наличии	в наличии	нет	в наличии	в наличии
6	Измерение температуры в зоне контроля	да	нет	нет	нет	нет	нет

Как можно заметить, ни одна из моделей ультразвукового дефектоскопа полностью не отвечает минимальным техническим требованиям. Но на фоне представленных устройств можно выделить дефектоскоп Velograph II, который показан на рисунке 1.



Рис. 1 Ультразвуковой дефектоскоп Velograph II

В своем базовом исполнении дефектоскоп после измерения и обработки отраженного ультразвукового сигнала, передает полученный результат по каналу связи организованному через внутренний модуль Bluetooth на планшетный компьютер с установленным специализированным программным обеспечением, выполняющим визуализацию измеренных сигналов в виде графиков.

Необходимые дополнения к конструкции дефектоскопа

Учитывая, что исходными данными для оценки технического состояния плоскостного контактного соединения шин являются параметры ультразвукового сигнала, прошедшего через контакт, и температура контакта [1, 2], возникает необходимость дополнения конструкции существующего дефектоскопа Velograph II. В частности, требуется модернизация цифрового блока путем добавления выносного датчика температуры с возможностью крепления его рабочей поверхности на поверхности контакта.

Также предлагается, измеренные параметры уровня ультразвукового сигнала и температуры передавать в автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ-ТП) энергообъекта через модули, способные принять сигнал bluetooth и направить полученные данные в программное обеспечение для мониторинга состояния контактов шин [4] с целью определения наличия дефекта в контакте. Функцию приема и передачи измеренных значений возможно организовать, например, через базовый модуль-приемник «WDM» обеспечивающий поддержку протокол радиоканала Bluetooth 4.1, поддержкой до 200 контролируемых устройств, имеющий интерфейс и протокол связи с АСУ-ТП - RS-485 или Modbus/RTU.

Дополнительно требуется выполнить доработку корпуса в части организации универсальных креплений для обеспечения возможности размещения цифрового блока и пьезоэлектрических преобразователей на плоских шинах с различными габаритными размерами. Возможный вариант размещения автономного устройства акустической эмиссии плоскостного контакта шин работающий под действующим напряжением электроустановки показан на рисунке 2.

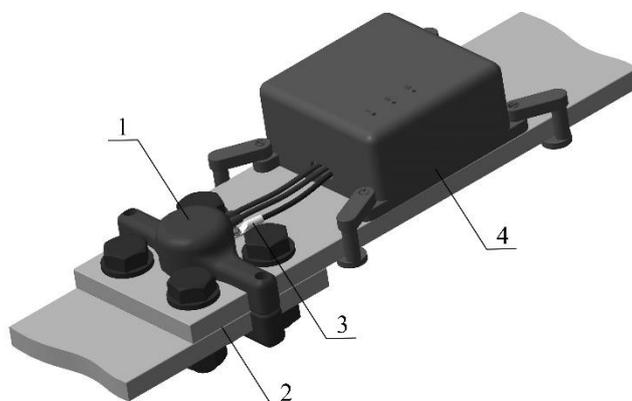


Рис. 2 Размещение автономного устройства акустической эмиссии плоскостного контакта шин

1 – пьезоэлектрический преобразователь; 2 – плоскостной электрический контакт; 3 – датчик температуры; 4 – блок ультразвукового дефектоскопа.

За счет отсутствия дисплея в схеме цифрового блока ультразвукового дефектоскопа, энергопотребление прибора остается на низком уровне и равно 2 Вт, но с учетом необходимости обеспечения длительной автономной работы прибора требуется выполнить замену источника питания, например на литий-тионилхлоридный источник большой емкости, которые отличаются низким саморазрядом в течение всего срока эксплуатации, менее 1% в год. Данное решение приведет к незначительному увеличению высоты и длины корпуса, но обеспечит продолжительность работы устройства при выполнении периодических измерений уровня ультразвукового сигнала и температуры. Так как деградация контактного соединения происходит с течением времени, то в процессе контроля периодичность измерений можно выполнять 1 раз в 4-7 суток.

Выводы

В ходе работы выполнено сравнение портативных ультразвуковых дефектоскопов с оптимальными характеристиками для сбора и передачи данных, которое показывает отсутствие на рынке портативных дефектоскопов соответствующих минимальным техническим требованиям.

Предложены дополнения к существующей конструкции портативного дефектоскопа, которые обеспечивают соответствие минимальным требованиям к автономному устройству акустической.

Результаты исследования демонстрируют потенциал использования существующих технических решений в области ультразвуковой диагностики с внесением необходимых конструктивных модификаций. Эти модификации позволят применять данные технологии в качестве автономного устройства для акустической эмиссии контактного соединения плоских шин под рабочим напряжением.

Библиографический список

1. Вензелев Р.В., Баранова М.П. Диагностика неразмыкаемого поверхностного контактного соединения ультразвуковым сигналом / Журнал Сибирского Федерального университета. Техника и технологии. – Красноярск : БИК СФУ, 2023. – С. 278-286.

2. Вензелев Р.В., Рогалев А.Н., Баранова М.П. Применение нейронных сетей и методологии поверхностей отклика для прогноза показателей плоскостного электрического контакта шин / Научно-технический журнал «Энергия единой сети». – Москва : АО «НТЦ ФСК ЕЭС», 2024. – С. 20-29.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619281 Российская Федерация. Определение уровня усиления сквозного ультразвукового сигнала пройденного через плоскостной электрический

контакт : № 2024617779 : заявл. 09.04.2024 : зарег. 22.04.2024 / Р.В. Вензелев, А.Ф. Семенов, М.П. Баранова; правообладатель Красноярский ГАУ. – 1 с.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619283 Российская Федерация. Мониторинг состояния контактов шин : № 2024617778 : заявл. 09.04.2024 : зарег. 22.04.2024 / Р. В. Вензелев ; правообладатель Красноярский ГАУ. – 1 с.

УДК 621.01:534

ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АПК

Ахмедьянова Е.Н.¹, Редников С.Н.¹, Ахметов Д.Н.²

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия, karinlen@mail.ru

²МОУ школа № 54, г. Люберцы

Ключевые слова: диагностика, отказ, электрооборудование.

Диагностика того или иного оборудования требует тщательного изучения эксплуатации и среде его эксплуатирования. В настоящее время существует достаточное большое количество средств и методов диагностики.

На сегодняшний день в связи развития диагностического оборудования, можно смело тенденции его развития и пути его следования.

Первичная диагностика неисправности объектов является основополагающей при исследованиях. Качество и профессионализм тех кто непосредственно будет осуществлять диагностику и делать выводы по объекту неисправностей должно быть высокое. Необходимо учитывать, что оборудования бывает разное, обслуживающий персонал, эксплуатация и самое главное сколько раз и в какой период осуществлялся ремонт данного оборудования. Совокупность этих факторов необходимо учитывать, в тот момент, когда возникла проблема на производстве с нехваткой специалистов в данном направлении.

Возникает следующая цель данного проекта – это использовать искусственный интеллект, как инструмент для диагностики неисправности электрооборудования.

Если ставить данную цель, то необходимо будет решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующие неисправности электрооборудования, создать статистические данные по отказам.
2. Провести аналогию отказов электрооборудования после проведения ремонтов и время через которое наступит следующий отказ в оборудовании.
3. Составить математическую модель