

УДК 621.313

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Исаев А. В., Суходолов Ю. В., Купреенко К. А., Койро А. В., Лычковский В. А.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Одной из наиболее существенных проблем современно энергетики, приборо- и станкостроения является разработка приборов и методов диагностики состояния электрических машин. Целью исследований является рассмотрение существующих методов и подходов к вопросам диагностики состояния электрических машин, в том числе и их токоведущих частей, и оценить их возможность для использования как в качестве инструментов прогнозирования остаточных ресурсов использования оборудования, так и возможности применения этих методов непосредственно в рабочих циклах эксплуатации этого оборудования.

Ключевые слова: диагностика электрических машин, методы оценки состояния электрических машин, состояние обмоток токоведущих частей, сопротивление межвитковой изоляции обмоток, методы оценки состояния электрических машин.

CURRENT PROBLEMS OF EXISTING METHODS OF ASSESSING THE CONDITION OF ELECTRIC MACHINES

Isaev A., Sukhodolov Y., Kupreenko K., Koyro A., Lychkovskiy V.

*Belarusian national technical university
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. One of the most significant problems of modern power engineering, instrument-making and machine-tool manufacturing is the development of devices and methods for diagnosing the state of electrical machines. The aim of the research is to consider existing methods and approaches to the issues of diagnosing the state of electrical machines, including their current-carrying parts, and to assess their possibility for use both as tools for predicting the residual resources of equipment use, and the possibility of using these methods directly in the working cycles of operation of this equipment.

Key words: diagnostics of electrical machines, methods for assessing the condition of electrical machines, condition of windings of current-carrying parts, resistance of interturn insulation of windings, methods for assessing the condition of electrical machines.

*Адрес для переписки: Исаев А. В., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: isaevav@bntu.by*

Одной из наиболее существенных проблем современно энергетики, приборо- и станкостроения является разработка приборов и методов диагностики состояния электрических машин. При этом увеличение эксплуатационных требований к такому оборудованию только усугубляет существующую проблему. И весь комплекс методов и приборов, как используемых в промышленности, так и существующих в виде экспериментальных и научных образцов очень ограниченно позволяет проводить качественную, и самое главное своевременную диагностику электрических машин, позволяющие зафиксировать начало дефектообразования в них на максимально ранних стадиях развития, и, тем более, проводить исследования непосредственно в режиме эксплуатации оборудования. Поэтому целью данных исследований является рассмотрение существующих методов и подходов к вопросам диагностики состояния электрических машин, в том числе и их токоведущих частей, как наиболее слабому месту подобного оборудования, и оценить их возможность для использования как в качестве инструментов для прогнозирования ресурсов использования

оборудования, так и возможности применения этих методов непосредственно в рабочих циклах эксплуатации этого оборудования.

Существующие методы контроля состояния обмоток электрических машин обладают самым разнообразным набором признаков, которые позволяют систематизировать их применение [1, 2]. Так все представленные методы можно разделить на три группы:

1) методы, основанные на контроле косвенных параметров (методы теплового и виброконтроля);

2) методы, основанные на фиксации изменения магнитного поля. Среди данного класса методов можно выделить такие как: методы измерения и анализа внешнего магнитного поля электродвигателя, методы измерения и анализа магнитного потока в зазоре и методы определения параметров «выбега» электрических машин;

3) методы, основанные на контроле электрических параметров обмоток электрических машин. Это класс существующих методов является самым широким и включает в себя измерение различными способами активного и (или) реактивного сопротивления, определение наличия коронных разрядов,

оценка параметров тока холостого хода и добротности контура, создаваемого катушками обмоток диагностируемых электрических машин и другое.

При этом наличие большого количества разработанных современных методов, как показала ситуация с ремонтом и обслуживанием подобного оборудования, практически нисколько не решают существующие проблемы в своевременной диагностике и работы в этом направлении постоянно проводятся и анализируются. Кроме этого, согласно поведенному исследованию в ряде стран содружества и дальнего зарубежья (рисунок 1) в большинстве случаев (иногда достигающих 70 и даже 80%) оценка состояния диагностируемого оборудования на производстве, в том числе находящегося в режиме эксплуатации, проводится по анализу температуры, выделяющейся при его работе.

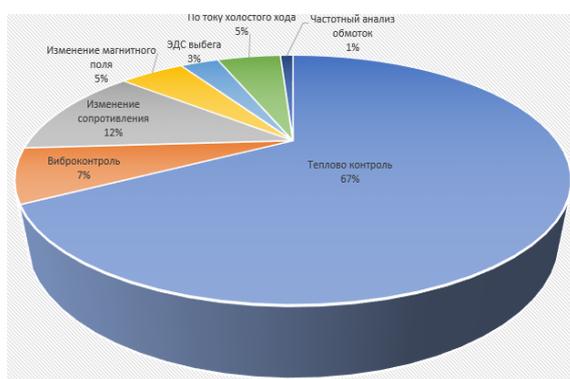


Рисунок 1 – Основные методы диагностики состояния электрических машин

Особенностью и самым главным достоинством теплового контроля, является его простота и интуитивность. Сопровождаемая повышенным выделением тепла неисправность в электрической машине заметна зачастую даже не вполне квалифицированному обслуживающему персоналу. Однако излишнее выделение тепла чаще всего сопровождается в уже неисправном, и, в какой-то мере, неработоспособном оборудовании. Поэтому такой метод, как и виброконтроль, мало применим при своевременной диагностике оборудования, когда в основу положено определение исправности.

Другим, наиболее методом контроля состояния электрических машин является определение электрического сопротивления обмоток. Этот метод популярен в связи с тем, что базовым электроизмерительным прибором можно измерить и легко сравнить значения сопротивления как с номиналом, так и друг с другом, помимо этого данный метод позволяет проверить межфазное короткое замыкание или кз на корпус двигателя. Для выполнения данных измерений разработаны целые комплексы позволяющие проводить все из-

мерения автоматически. Главными достоинствами данного метода является простота реализации и не высокая квалификация персонала. Недостатками не высокая достоверность результатов и необходимость изъятия оборудования.

Для проведения такого контроля существует прибор ИДО-07, который, согласно документации, позволяет: обрывы фаз, межвитковые КЗ, неправильное соединение фаз. Так же для диагностики состояния обмоток можно использовать измеритель параметров электроизоляции ТМ-2501, который представляет собой цифровой мегаомметр предназначенный для измерения сопротивления изоляции кабельных линий, проводов и др.

На данный момент для двигателей с номинальным напряжением 3–6 кВ используются методы частичных разрядов [3], основанные на улавливании частичных обратимых разрядов. К приборам работающих на данном принципе можно отнести TGA-B. Для обнаружения частичных разрядов во вращающемся оборудовании, а также для обнаружения частичных разрядов в изоляции обмоток статора получил распространение датчик-тестер коронных разрядов PPM CORONA PROBE. Однако применение таких устройств возможно только при диагностике сверхмощного оборудования мощностью более 100 кВт, поэтому малоприменимо для анализа состояния в приборах и станках.

Одним из самых активно развивающихся методов на сегодняшний день, это методы определяющие состояние ЭМ по анализу тока или напряжения холостого хода [4] и методы оценивающие изменение добротности контура, создаваемое катушкой статора. Однако, даже с учетом высокой достоверности результатов диагностики они больше применимы в диагностических лабораториях при исследовании и мало пригодны в условиях эксплуатации оборудования на производстве. Однако потенциал у этих методов огромный и далеко не исчерпан для решения поставленных задач.

Литература

1. Дайнеко, В. А. Методы диагностики асинхронных электродвигателей в рабочих режимах и перспективы их применения / В. А. Дайнеко, Ж. Г. Юрковец // Агропанорама. – 2021. – № 4(146). – С. 22–25.
2. Волчихин, В. И. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин // Воронеж: Кварта, 2004. – 312 с.
3. ГОСТ 20074-83. Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов. введ. 01.07.84. – М.: Ордена «Знак Почета» Изд-во стандартов, 1984. – 22 с.
4. ГОСТ ISO 20958-2015. Контроль состояния и диагностика машин. Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя: введ. 11.01.16. – М.: Стандартинформ, 2016. – 24 с.