

**УДК 621.316**

Р.А. БРАТЦЕЛЬ, студент гр. ЭЛБ-241 (КузГТУ)  
Научный руководитель Ю.Ю. Леонова, ассистент (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Своевременная диагностика технического состояния электрооборудования позволяет свести к минимуму внезапные внеплановые остановки работы технического оборудования; уменьшить расход деталей, потребляемой энергии в процессе эксплуатации оборудования; сократить продолжительность ремонтов, благодаря быстрому нахождению неполадки; повысить качество изготавливаемой продукции; повысить безопасность эксплуатации энергетического оборудования.

В настоящее время существует несколько методов диагностики. Ниже приведены наиболее распространенные методы диагностики [1].

Визуальный осмотр электрооборудования проводится с целью выявления внешних повреждений, признаков коррозии, перегрева или утечки. Главные его преимущества – простота и низкая стоимость. Однако, этот метод имеет ограниченную способность выявления скрытых дефектов. Кроме того, является субъективным и не позволяет получать количественные параметры.

Метод измерения параметров позволяет контролировать электрические и температурные параметры (использование термографов для выявления перегрева компонентов) с достаточно высокой точностью, но требует наличия специальных измерительных приборов и их периодической проверки. Зачастую для проведения измерений необходимо остановить оборудование. Кроме того, метод не всегда позволяет оценить поведение системы в динамике.

При тестировании изоляции используют мегомметры для измерения сопротивления изоляции. Измерение позволяет оценить состояние изоляционных материалов и выявить возможные утечки тока. Однако, этот метод обладает низкой чувствительностью к мелким повреждениям, результаты могут зависеть от условий окружающей среды (влажность и температура), и диагностика изоляции может потребовать временной остановки оборудования.

Анализ вибрационных сигналов электрооборудования используется для выявления механических неисправностей, таких как дисбаланс, неправильная установка или износ подшипников. Таким образом, заранее выявляются проблемы, которые могут привести к поломке. Главный недостаток

метода – высокая стоимость оборудования. Кроме того, необходима высокая квалификация специалистов для интерпретации данных.

Ультразвуковая диагностика применяется для определения утечек воздуха или газа и выявления электрических разрядов. Этот метод обладает высокой чувствительностью к изменениям и дает возможность обнаружить проблемы на ранних стадиях. Вместе с тем требуется высокая квалификация персонала для интерпретации данных, а также необходим прямой доступ к объекту исследования, что может быть затруднительно. Следует отметить и высокую стоимость оборудования.

Анализ масла применяется для трансформаторов и других устройств, работающих с маслом. Анализируются примеси, вязкость и уровень воды. Преимущества метода: позволяет оценить состояние масла и состояние оборудования. Недостатки: длительное время ожидания результатов (в случае лабораторных исследований); необходимость опытного персонала для анализа и интерпретации; демонстрирует состояние только на момент анализа, не всегда отражает динамические изменения.

В методах термографии используются инфракрасные камеры для контроля теплового состояния оборудования. Данные методы позволяют обнаружить «горячие точки», сигнализирующие о потенциальных проблемах изоляции или перегрузке, но имеют ограниченную глубину анализа (только для поверхностных аномалий), чувствительны к внешним факторам (например, направлению солнечного света) и требуют специализированного оборудования и образования для правильной интерпретации.

Специализированное программное обеспечение (ПО) для анализа данных, полученных от различных датчиков и систем мониторинга, несмотря на высокую стоимость лицензий и начальной настройки и необходимость обновления программного обеспечения для обеспечения актуальности данных, предоставляет возможность обработки больших объемов данных и выявления трендов и аномалий. Но при использовании данного метода сохраняется потенциальный риск программных сбоев или ошибок.

Периодическое тестирование предполагает проведение регулярных плановых тестов, в том числе испытания на отказную прочность, которые позволяют оценить работоспособность системы. Периодическое тестирование обеспечивает постоянный контроль за состоянием оборудования, но имеет ряд недостатков, среди которых: стремление к определенному расписанию может привести к игнорированию ситуации «по мере необходимости», метод не охватывает все потенциальные проблемы, если тесты не полные.

Несмотря на широкое внедрение методов диагностики, уже существующие методы и средства постоянно изучаются и совершенствуются [2, 3].

Информация о методах диагностики технического состояния электрооборудования представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Методы диагностики технического состояния электрооборудования**

Наименование метода	Контролируемые параметры	Время проведения диагностики, час	Стоимость средств для проведения диагностики, тыс. руб.
Визуальный осмотр	Наружные повреждения, утечки, коррозия, состояние креплений	1-2 (в зависимости от объема)	в основном, не требуется; иногда необходима камера или увеличительное стекло – 0-50
Измерение параметров	Напряжение, ток, частота, мощность, сопротивление	1-3 (в зависимости от системы)	100-500 (мультиметры, осциллографы)
Тестирование изоляции	Сопротивление изоляции	1-2	50-300 (мегаомметры)
Вибродиагностика	Вибрация (амплитуда, частота), балансировка	2-4	200-1000 (виброметры, анализаторы вибрации)
Ультразвуковая диагностика	Уровень звука, утечки газа или воздуха, состояния подшипников	1-3	100-500 рублей (ультразвуковые детекторы)
Анализ масла	Вязкость, содержание воды, уровень загрязнений, химический состав	1-2 (включая подготовку образцов)	200-1000 (измерительные приборы и анализаторы)
Термография	Температура, тепловые аномалии, состояние изоляции	1-3	300-2000 (тепловизоры)
Диагностика с использованием современного программного обеспечения	Анализ данных из различных источников (вибрация, температура, электрические параметры)	1-2 (после сбора данных)	100-500 (лицензии на программное обеспечение)
Периодическое тестирование	Все вышеперечисленные параметры, в зависимости от типа оборудования	1-3 часа для каждого тестирования	200-1000 (варьируется в зависимости от используемых методов и оборудования)

Каждый метод диагностики имеет свои ограничения, и их следует учитывать при планировании и выполнении диагностических мероприятий. Кроме того, стоимость средств для проведения диагностики также является важным фактором при выборе метода диагностики.

Поэтому при планировании диагностических мероприятий для получения более полной картины состояния электрооборудования следует использовать набор методов с учетом специфики электрооборудования и стоимости проведения диагностики (периодическое тестирование) с использованием специализированного ПО для прогнозирования возникновения возможных неполадок электрооборудования.

Список литературы:

1. Electricalschool.info: Школа для электрика [сайт]. – URL: <https://electricalschool.info/main/ekspluat/1735-tekhnicheskaja-diagnostika-i-metody.html> (дата обращения: 29.09.2024). – Текст : электронный.
2. Патент 2046338. Российская Федерация, МПК G01N30/60. Способ определения летучих веществ, растворенных в жидкости: № 50518774/26: заявл. 09.07.1992: опубл. 20.10.1995 / М. Ф. Гумеров, А. И. Горшков, О. В. Родинков. – 4 с.
3. Патент 2751460. Российская Федерация, МПК G01N30/02. Способ хроматографического анализа газов, растворенных в трансформаторном масле: № 2020140031: заявл. 07.12.2020: опубл. 14.07.2021/ С.М. Коробейников, М. Н. Лютикова, А. В. Ридель. – 14 с.

Информация об авторах:

Братцель Роман Александрович, студент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, [brattselra@kuzstu.ru](mailto:brattselra@kuzstu.ru)

Леонова Юлия Юрьевна, ассистент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, [leonovayuyu@kuzstu.ru](mailto:leonovayuyu@kuzstu.ru)