

УДК 621.31(07)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В АПК: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА

В.И. Русан, д.т.н., профессор

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Изложены цели, значение и задачи технической диагностики электрооборудования в АПК. Описаны современные методы, системы и средства технического диагностирования электрооборудования. Разработаны предложения по развитию технической диагностики электрооборудования на перспективу.

Обеспечение высокой надежности работы и эффективности функционирования технических систем и комплексов в АПК – одна из важнейших проблем в настоящее время. Для ее решения в соответствии с системой Планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования в сельском хозяйстве (ППРЭ с.х.) электрооборудование подвергается следующим видам эксплуатационного воздействия: диагностирование, техническое обслуживание и ремонт. Целью этих операций является своевременное выявление и устранение неисправностей электрооборудования для повышения надежности его работы и снижения стоимости эксплуатации.

Диагностирование электрооборудования включает в себя операции по определению и прогнозированию технического состояния на основании измерения диагностических параметров, анализа и обработки результатов контроля. Введение планового диагностирования в систему эксплуатации сельскохозяйственного оборудования и выполнение всех необходимых ремонтных работ значительно сокращает количество ремонтных операций, вследствие чего снижаются эксплуатационные издержки и ущербы от отказов.

Прогнозирование технического состояния электрооборудования на основе мониторинга диагностических параметров позволяет получить достоверную информацию о его фактическом состоянии на момент проведения ремонтных работ, своевременно устранить возможность отказа, сокращать простои, использовать ресурсы электрооборудования в полном объеме.

Известно, что диагностический мониторинг приводит к снижению затрат на ремонт оборудования на 50–80%, затрат на техническое сопровождение – на 50–80%, объемов материально-производственных средств – на 30 %, а также к повышению рентабельности производства на 20-60 %, повышению надежности работы оборудования и снижению ущерба от его отказов.

В связи с этим задачи диагностического мониторинга технического состояния электрооборудования в АПК соединение диагностирующих и прогнозирующих систем являются актуальными и важными. Система диагностирования – это совокупность объекта, методов (способов) и средств диагностирования.

По назначению и виду решаемой диагностической задачи системы диагностирования (СД) условно разделяют на профилактические, дифференциальные, функциональные и прогнозирующие.

Профилактические СД предназначены для выявления в процессе эксплуатации дефектных деталей и элементов, выработавших свой ресурс, т. е. тех элементов объекта, параметры которых близки к предельно допустимым значениям (для выявления слабых мест объекта с целью их вывода в ремонт). С этой целью систематически проводят плановые профилактические испытания.

Дифференциальные СД служат для обнаружения отдельных неисправностей при плановом текущем обслуживании или ремонте электрооборудования. По полученным результатам уточняют вид необходимого ремонта (текущий или капитальный) и его состав операций. Для дифференциального диагностирования применяют приборы общего и специального назначения. Простейшие омметры (мегомметры) позволяют выявлять неисправности (типа «обрыв», «замыкание») в проводах, контактах, в изолирующих и др. элементах электрооборудования. Специальные приборы контроля влажности (ПКВ) позволяют определить степень увлажнения изоляции, а приборы типа высокочастотного измерителя (ВЧФ) – витковые замыкания в обмотках электрических машин. Кроме того, дифференциальное диагностирование проводят при помощи таблиц характерных неисправностей, эти таблицы имеются в справочной литературе и в техническом описании конкретного электрооборудования.

Функциональные СД предназначены для оценки качества функционирования и работоспособности путем определения комплекса эксплуатационных свойств (характеристик) электрооборудования при контрольных, типовых или специальных испытаниях и сопоставления результатов с номинальными или нормируемыми значениями. Например, при контрольных испытаниях асинхронного электродвигателя определяют сопротивление обмоток постоянному току, сопротивление изоляции, ток и потери холостого хода, напряжение и потери короткого замыкания. Если измеренные параметры находятся в пределах установленных допусков, то двигатель признается работоспособным.

Прогнозирующие СД позволяют предсказать состояние изделия в будущем и определить вероятный момент появления отказа. Известны следующие основные методы прогнозирования технического состояния электрооборудова-

ния: метод линейного прогнозирования, метод многоступенчатого линейного прогнозирования и экспортные системы технического диагностирования

Для этого на основании информации о закономерностях изменения параметров в период, предшествующий прогнозу, оценивают остаточный ресурс элементов. Например, если для подшипника известны фактическое и предельное значения зазора. Разделив разность этих значений на скорость изнашивания подшипника, получает его остаточный ресурс, по которому можно определить ожидаемую дату отказа подшипника.

В определенной мере прогнозирование реализуют при профилактическом испытании, так как статистические данные подтверждают высокую вероятность безотказной работы до очередного испытания того электрооборудования, которое успешно выдержало текущее профилактическое испытание.

Существуют параметры, по которым может осуществляться непрерывный контроль или диагностирование состояния электрооборудования. При этом контроль может вестись по одному параметру (ток нагрузки, сопротивление изоляции, температура объекта или его изоляции и др.) или по комплексу параметров – комплексное диагностирование (например, температура и ток нагрузки и т. д.). Эти же принципы закладываются в современные защитные устройства, например, в автоматических выключателях с дифференциальной защитой и др.

Основные направления и задачи развития современных методов диагностирования электрооборудования включают:

- оценку технического состояния электрооборудования;
- принципы автоматизированного (компьютерного) диагностирования;
- приборный учет и аппаратное обеспечение энергетических измерений;
- встроенные средства самодиагностирования (безразборная диагностика);
- диагностическое измерение температуры и других диагностических параметров;
- диагностирование качества электрической энергии;
- информационно-аналитические средства мониторинга и прогнозирования технического состояния электрооборудования.

По целевому назначению различают профилактические и диагностические системы. Профилактические системы предназначены для устранения факта неисправности и локализации места неисправности. Системы технической предварительных проверок предсказывают поведение прогнозирования в общем случае сводится к получению оценки будущих значений упорядоченных во времени данных на основе анализа уже имеющихся данных. Ее решение позволяет определить остаточный ресурс или прогнозировать отказы электрооборудования.

Таким образом, диагностирование включает в себя:

- контроль технического состояния оборудования;

- поиск места отказа или неисправности;
- определение причин их появления и выдача рекомендаций по устранению;
- прогнозирование технического состояния;
- контроль действий персонала по эксплуатации;
- накопление статистического материала по видам, типам неисправностей.

Решение задачи диагностирования и прогнозирования технического состояния электрооборудования должно осуществляться на основе современных информационных технологий. Необходимо создание информационно-нормативной базы системы, которая включает в себя виды дефектов, параметры, характеризующие эти дефекты; нормативные значения этих параметров или диапазон допустимых изменений; статистические данные о преобладающих видах неисправностей и изменении параметров во времени. Это позволит производить сравнительный анализ измеренных в данный момент параметров с данными информационно-нормативной базы и разрабатывать соответствующие рекомендации.

Следовательно, требуется создание информационно-измерительной системы, где обязательно предполагается выполнение измерительных преобразований, совокупность которых составляет базу для логической процедуры диагноза. Ее следует рассматривать как совокупность множества возможных состояний объекта, множества сигналов, несущих информацию о состоянии объекта, и алгоритмы их сопоставления.

Разработка информационно-измерительной системы для диагностики технического состояния электрооборудования включает ряд этапов; основные из них следующие: определение условий работоспособности объекта, т.е. предельно допустимое состояние при количественных и качественных изменениях параметров отдельных его элементов и сбор необходимых статистических данных.

Выбор критериев оценки степени работоспособности: выбор контролируемых параметров и характеристик, их допустимый диапазон.

Сегодня уже недостаточно просто измерить величину с максимальной точностью, а затем воспроизвести ее в виде унифицированного сигнала. Требуется разработка и применение устройств, способных самонастраиваться, мобильно реагируя на любые внешние изменения. Такими устройствами являются интеллектуальные микропроцессорные датчики. Эти датчики обладают следующими преимуществами: улучшенная работа за счет постоянной компенсации воздействий окружающей среды, дистанционная связь, возможность конфигурирования и изменения диапазона измерения, получение диагностической информации, быстрая окупаемость затрат за счет очевидных эксплуатационных преимуществ.

Построение диагностической модели: аналитическое описание или графоаналитическое представление основных свойств объекта (в виде математических и физических законов и процессов, соотношения диаграмм сигналов при различных методах контроля параметров и снятия характеристик). При построении такой модели возможно использование теории математического моделирования, теории нечетких множеств, математической логики и инженерного эксперимента. В качестве частной математической модели функционирования оборудования можно использовать наработку на отказ и среднее время восстановления, что позволяет охарактеризовать безотказность, долговечность и ремонтпригодность оборудования.

Разработка алгоритма и программы диагностирования. В этом случае следует учесть аппаратную конфигурацию информационно-измерительной системы, типы датчиков и их взаимосвязь с компьютером. Разработка или использование уже существующих средств и методов диагностирования.

К таким методам можно отнести:

1. методы диагностирования по измеряемым параметрам.
 - а) контроль выходных параметров;
 - б) контроль неисправностей;
 - в) контроль работоспособности по косвенным признакам;
 2. методы диагностирования по способу проведения измерений:
 - а) тепловизионный метод, основанный на применении современных тепловизионных систем, позволяет получать тепловой образ объекта исследования (ИК-диагностика). б) вибрационная диагностика электрооборудования;
 - в) электромагнитный метод;
 - г) для трансформаторов:
 - метод обнаружения источников внутреннего газовыделения с помощью акустических датчиков;
 - метод выявления деформаций и смещений обмоток силового трансформатора по параметрам нулевой последовательности нормального режима на основе измерения действующих значений тока в нейтрали, фазных токов и напряжения нулевой последовательности;
 - хроматографический и общий анализ трансформаторного масла.
- Для получения конкретной информации, необходимой для оценки технического состояния энергетического оборудования, зданий и сооружений используются соответствующие технические средства приборное обеспечение и в последнее время компьютерное диагностирование.

Так, например, для определения термического сопротивления зданий и сооружений, температурного режима технологического оборудования про-

водятся термографические исследования с помощью тепловизоров ТН-SL04R NEC, А9ЕМА-550 или термографа типа «Иртис-2000».

При диагностировании также используются приборы многофункциональные и специального назначения:

- «Testo-400» для измерения температуры, влажности воздуха, давления, скорости вращения и всех параметров влажности;
- «Testo-815/816» для определения источника и уровня шума;
- «Testo-545» для измерения уровня освещенности;
- инфракрасный термометр «Кельвин» и др.

Для оперативного проведения энергетических обследований организаций и предприятий и обработки данных применяются нижеследующие средства и приборы:

- люксметр – УФ– радиометр;
- элеткромонитор 3.3Т;
- измеритель токов NANOVIR POWER METR;
- детектор утечки SRM Instrument\$
- тохометр;
- устройство диагностирования технического состояния электродвигателей; и т.п.

Для мониторинга качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ 13109-97 используются следующие новые приборы, как, например, УК1 и УК2, МИЦ-1, «Парма» ПК 3.02 и ПЭМ-02 и др.

В практике эксплуатации электрооборудования применяются простейшие и многофункциональные измерительные системы. В качестве примера можно привести стационарный комплекс виброконтроля КВК-21М, виброметр СМ-21 с функциями светоскопа, пирометра и тохометра, а также двухкомплектный виброанализатор, сборщик данных для вибромониторинга, диагностики и балансировки СД-21. Разработанный пакет программ автоматического вибрационного мониторинга и технической диагностики ДВЕАМ обеспечивает решение следующих производственных задач: вибрационный мониторинг, автоматизированное диагностирование и прогноз технического состояния и переход к обслуживанию по состоянию и т.п.

Заключение

1. Разработка и широкое внедрение систем технического диагностирования электрооборудования является одним из важнейших факторов повышения надежности работы и энергоэффективности, сокращения расходов на эксплуатацию и снижение ущерба от отказов электрооборудования.

2. С связи с этим следует разработать и дополнить ТКП 181-2009 (02230) материалами по проведению комплексного диагностирования электрооборудования с учетом современных достижений науки и технологий.

3. С целью подготовки высококвалифицированных инженеров-электриков необходимо восстановить курс «Диагностика электрооборудования» в программе изучения дисциплин по специальности 1-74 06 05 01 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства (электроэнергетика).

4. Для обеспечения высокой надежности работы и эффективности функционирования технических систем и комплексов в АПК на крупных объединениях необходимо создавать современные лаборатории компьютерной диагностики электрооборудования.

Литература

1. ТКП-181-2009 (02230) «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» – Мн.: Энергопресс, 2010.

2. Русан В.И. Диагностика электрооборудования. – Мн.: БГАТУ, 2010.

3. Русан В.И., Матвеев И.П. Методы диагностирования технического состояния электрооборудования в АПК на основе информационных технологий. Материалы МНТ конференции «Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК» Ч.3. – Мн.: БГАТУ, 2009.

УДК 621.791:620.18

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОАЛМАЗОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОССТАНАВЛИВАЕМОГО СЛОЯ НАПЛАВКОЙ

**Т.С. Скобло д.т.н., профессор, А.И. Сидашенко, к.т.н., профессор,
В.В. Телятников, аспирант, А.В. Тихонов, к.т.н., доцент,
И.Н. Рыбалко аспирант, А.А. Гончаренко, к.т.н., доцент,
А.В. Марков, аспирант, Т.В. Мальцев, студент,
А.В. Сайчук, к.т.н., доцент**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

Предложен метод ремонта и восстановления литых деталей наплавкой углеродистой проволокой с упрочняющей добавкой нанодиазмов. Даны рекомендации по способу дозированного ввода нанодиазмов и определено оптимальное их количество. Рекомендуются технология обеспечивает упрочнение, как восстановленного слоя, так и переходной зоны.

В настоящее время наплавка при восстановлении деталей остаётся одним из наиболее используемых способов.