

биологии и техники, нестационарность и распределенность в пространстве и времени, нелинейные и недетерминированные связи между параметрами заставляют относить технологические процессы сельскохозяйственного производства к сложным объектам управления. Прimitивность управления приводит к существенной хаотичности в производстве и, как следствие, к низкой его экономической эффективности. Таким образом, для улучшения характеристик технологического процесса необходимо, используя возможности микропроцессора, обрабатывать всю доступную полезную информацию. Повышение эффективности агропромышленного производства объективно требует внедрения новых совершенных устройств управления на базе микропроцессорной техники, позволяющих в достаточной мере учесть его сложность и специфику.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов / И.Ф. Бородин, Н.М. Недилько. – М.: Агропромиздат, 1986. – 368 с.

УДК 378.14:638.1

### МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В АПК НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Русан В.И., д.т.н., проф., Матвеев И.П., к.т.н., доцент

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

Эксплуатация электрооборудования неизбежно сопряжена с постепенным его износом и вследствие этого с необходимостью его периодического ремонта. Поэтому задача диагностического мониторинга технического состояния электрооборудования и на этой основе создание диагностирующих и прогнозирующих систем, как с технической, так и с экономической точки зрения, является весьма важной.

По целевому назначению различают профилактические и диагностические системы. Профилактические системы предназначены для обнаружения факта неисправности и локализации места неисправности. Системы технической диагностики по результатам предварительных проверок предсказывают поведение объекта в будущем. Задача прогнозирования в общем случае сводится к получению оценки будущих значений упорядоченных во времени данных на основе анализа уже имеющихся данных. Ее решение позволяет определить достаточный 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 вырабатывать 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:

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:

- методы диагностирования по измеряемым параметрам:

а) контроль выходных параметров;

б) контроль неисправностей;

в) контроль работоспособности по косвенным признакам;

- 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 и фаз тока в нейтрали, фазных токов и напряжения нулевой последовательности;

-хроматографический и общий анализ трансформаторного масла.

Поиск и устранение неисправностей или отказов, прогнозирование сроков безотказной работы электрооборудования на основе статистических данных.

Таким образом, развитие средств и методов технической диагностики является важным фактором дальнейшего совершенствования процесса эксплуатации электрооборудования, обеспечивающего его безопасность и возможность предупреждения аварийных режимов работы и внезапных отказов.

УДК 535.4+535-92

## ПРИНЦИПЫ УСТРОЙСТВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ С ВНУТРЕННИМИ И ВНЕШНИМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Рыжевич А. А.<sup>1,2</sup> канд. физ.-мат. наук, Солоневич С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белорусский государственный аграрный технический университет, <sup>2</sup> Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси  
г. Минск, Республика Беларусь

В современном производстве, в том числе и в сельскохозяйственном, широко используются детали, имеющие внешние и внутренние цилиндрические поверхности (валы, втулки, трубы). В ряде случаев к качеству этих поверхностей с точки зрения чистоты, шероховатости и, самое главное, механической целостности, предъявляется ряд требований. В настоящее время для автоматического контроля качества поверхности достаточно широко используются профилометры, основанные на координатном сканировании поверхности. За длительное время своей эксплуатации они хорошо себя зарекомендовали, обладая при этом очевидными недостатками: они измеряют в каждый момент времени качество поверхности только в некоторой достаточно малой области. При этом передвижение приборов между различными контролируемыми точками уменьшает точность измерений и требует значительного времени. Этим недостаткам лишены лазерные профилометры, предназначенные для определения качества поверхностей, имеющих цилиндрическую форму [1-3]. Особенно большой точностью отличаются профилометры, основанные на интерферометрии [4], позволяющие обнаруживать единичные дефекты поверхности малых размеров. Однако зачастую на производстве необходимо производить быстрый автоматический анализ качества большого количества однотипных деталей с последующей отбраковкой некачественных деталей. Для этих целей разработан и экспериментально реализован лазерный Фурье-профилометр дальнего поля в двух модификациях – для контроля внешних и внутренних поверхностей (рис. 1, а и б соответственно), позволяющий оперативно определять качество поверхностей в диалоговом режиме. Схема профилометра обеспечивает фокусировку линзой 5 отраженного объектом поля в фокальной плоскости линзы. Выходной сигнал профилометра представляет собой двумерный спектр Фурье в виде кольца. Радиальная структура Фурье-спектра интегрально по продольной координате отображает нарушения поверхности. Данный профилометр не требует опорной волны и поэтому имеет высокую устойчивость к колебаниям. Анализ выходного поля довольно прост и состоит в измерении ослабления интенсивности и уширения спектра Фурье как функции азимутального угла. Профилометры такого типа перспективны для контроля качества поверхностей как с плавными, так и резко выраженными неоднородностями-нарушениями.

Лазерный профилометр работает следующим образом. От источника лазерного излучения 1 гауссов расширенный телескопом 2 световой пучок направляется на коническую линзу (аксикон) 3. Сформированный посредством конических элементов 3 и 8 кольцевой конический световой пучок падает на контролируемый объект 4, отражаясь от которого,