

УДК 621.313.333

Н. Д. Адилова, магистрант,

Н. С. Жексембиева, кандидат технических наук, доцент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, РК г. Уральск

ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Аннотация

Работоспособность асинхронных двигателей (АД) во многом зависит от условий окружающей среды и режимов эксплуатации. Согласно статистике отказов АД, наибольшее число выходов их из строя связано с повреждением изоляции обмотки статора. Аварийная остановка технологического процесса приводит к ущербу, связанному не только с необходимостью ремонта или закупки нового оборудования, но и с недовыпуском продукции, а значит недополучением прибыли. Таким образом, диагностика и мониторинг состояния изоляции – важная и ответственная задача профилактики асинхронного двигателя.

Ключевые слова: *диагностика, изоляция, асинхронный двигатель, мониторинг, электромагнитное поле, электрические двигатели.*

Известно, что долговременная и надежная работа электрооборудования на производстве в большинстве случаев определяет эффективность всех технологических процессов, одну из важнейших ролей в которых играют электрические двигатели (ЭД). Особые требования к надежности ЭД выдвигаются в связи с тем, что выход электродвигателей из строя приводит к нарушению взаимосвязанных производственных циклов, полной или частичной остановке технологического оборудования и механизмов. В итоге, наносимый предприятию ущерб связан не только с ремонтом и заменой вышедших из строя двигателей, но и с браком и недовыпуском продукции.

Основными средствами защиты асинхронных двигателей (АД), как наиболее распространенного потребителя электрической энергии, от аварийных режимов на сельскохозяйственных предприятиях, характеризующихся неблагоприятными условиями эксплуатации, являются широко распространенные и, зачастую, устаревшие устройства: плавкие предохранители, автоматические выключатели различных типов и тепловые реле. Данные средства защиты не могут обнаружить дефекты на ранних стадиях их зарождения и не обеспечивают требуемой степени защиты, фактически реагируя на сам факт выхода электродвигателя из строя.

Среди узлов двигателей наибольшее количество отказов приходится на обмотку статора, подшипники, систему охлаждения ротора и статора, железо статора, вал ротора. Основная часть отказов АД связана с пробоем изоляции обмотки статора из-за снижения ее электрической прочности. Главными причинами повреждения изоляции обмотки являются: старение, недостатки эксплуатации, дефекты изготовления или ремонта, механические повреждения изоляции и витковые замыкания.

Техническими средствами диагностики и измерительными приборами, без которых невозможно осуществить текущее обслуживание и ремонт АД, оснащены только те предприятия, на которых имеются соответствующие электротехнические службы. Но и эти, применяемые на предприятиях, технические средства и устройства не способны дать точную оценку состояния изоляции обмотки и используются, как правило, для определения степени ее

увлажнения, установления причин отказа и поиска имеющихся дефектов.

Все существующие в настоящее время методы диагностики, контроля и оценки состояния изоляции можно разделить на две большие группы:

- разрушающие методы;
- неразрушающие методы.

К группе разрушающих методов оценки состояния изоляции относятся испытания изоляции импульсным напряжением, повышенным переменным напряжением промышленной частоты и выпрямленным напряжением.

Разрушающие методы диагностики дают возможность получить наиболее полную информацию о состоянии изоляции. Но применение этих методов в реальных условиях эксплуатации электродвигателей сопряжены с определенными трудностями. Во-первых, разрушающие методы диагностики дорогостоящи по применяемой аппаратуре, во-вторых, двигатель после испытаний теряет работоспособность и к дальнейшей эксплуатации не пригоден. Поэтому эти методы используются в основном на предприятиях, выпускающих электрические машины.

Более приемлемы для применения в условиях реального производства неразрушающие методы диагностики, которые состоят из двух групп:

- неэлектрические;
- электрические.

Неэлектрические методы, основанные на использовании физико-химических свойств изоляции, применяются, главным образом, для диагностики турбогенераторов и других мощных электрических машин. Для реализации этих методов необходимы специальные лаборатории и соответствующее оборудование.

Для диагностики состояния электрической изоляции асинхронных электродвигателей непосредственно на производстве, в условиях реальной эксплуатации, применяются методы, основанные на воздействии электрического тока.

К основным электрическим методам диагностики состояния изоляции относятся методы, основанные на оценке следующих показателей:

- проводимости изоляции;
- абсорбции;
- поляризация изоляции и саморазряда;
- диэлектрические потери;
- резонансных свойств контура;
- электрической емкости.

Однако, данные методы не получили широкого распространения ни в промышленности, ни в сельском хозяйстве. Одной из основных причин этого является то, что все они не позволяют адекватно оценить состояние межвитковой изоляции обмоток. Кроме того, технические средства, реализующие вышеперечисленные методы диагностики, либо громоздкие и дорогостоящие, либо имеют низкую точность измерения и неудобны для использования в реальных производственных условиях. Это является еще одной немаловажной причиной, сдерживающей внедрение методов и средств диагностики в производство. Поэтому поиск новых методик и устройств по выявлению дефектов на первых этапах их развития является актуальной задачей.

Понятие внешнего магнитного поля появилось в середине прошлого века. Его изучением активно занимались многие ученые. Были найдены зависимости его характера от различных внешних факторов. Целью всех этих исследований было уменьшение амплитуды ВМП.

Эффективные средства и методы оценки состояния изоляции могли бы в значительной степени решить проблему эксплуатационной надежности. Однако, даже имея в распоряжении высококачественные изоляционные и пропиточные материалы, необходимо вести своевременный контроль показателей изоляции во время эксплуатации АД в целях предотвращения преждевременного выхода из его строя из-за нарушения межвитковой или корпусной изоляции [1].

Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором обычно рассчитаны на срок службы 15–20 лет без капитального ремонта при условии их правильной эксплуатации.

Под правильной эксплуатацией АД понимается его работа в соответствии с номинальными параметрами, указанными в паспортных данных электродвигателя. Однако в реальной жизни имеет место значительное отступление от номинальных режимов эксплуатации. Это в первую очередь связано с плохим качеством питающего напряжения и нарушением правил технической эксплуатации: технологические перегрузки, условия окружающей среды (повышенные влажность, температура), снижение сопротивления изоляции, нарушение охлаждения. Последствием таких отклонений являются аварийные режимы работы АД. В результате аварий ежегодно выходят из строя до 10% применяемых электродвигателей. Например, 60% скважных электронасосных агрегатов выходят из строя чаще одного раза в году. Выход из строя АД приводит к авариям и материальному ущербу, связанному с простоем технологического оборудования, устранением последствий аварий и ремонтом вышедшего из строя электродвигателя [2].

Для оценки состояния изоляции асинхронного электродвигателя существует несколько методов (рисунок 1).

Эксплуатационные дефекты межвитковой изоляции подразделяются на:

- тепловые
- усталостные.

К тепловым относятся изменения:

- спекание
- обугливание
- тепловое старение, являющиеся следствием недопустимого превышения температуры обмотки. Они могут быть обнаружены по спектральному составу тока или другими аналогичными способами, однако, в первую очередь, должны предупреждаться эффективными средствами эксплуатационной диагностики – защиты АД [3].

Для двигателей с большим сроком эксплуатации основное значение имеет диагностика усталостных повреждений межвитковой изоляции. Структурным признаком наступления фазы критического износа и перехода АД в состояние скрытого отказа служит образование сквозных трещин в межвитковой изоляционной композиции. Дефекты несквозного характера (отслоения, экструзия) практически не снижают пробивного напряжения изоляции и не имеют тенденции к быстрому развитию. Двигатель с такими повреждениями может безаварийно работать длительное время, тогда как диагностика способами 3–6, чувствительными к любым неоднородностям изоляции, покажет отрицательное состояние обмотки и необходимость проведения ремонта [3].

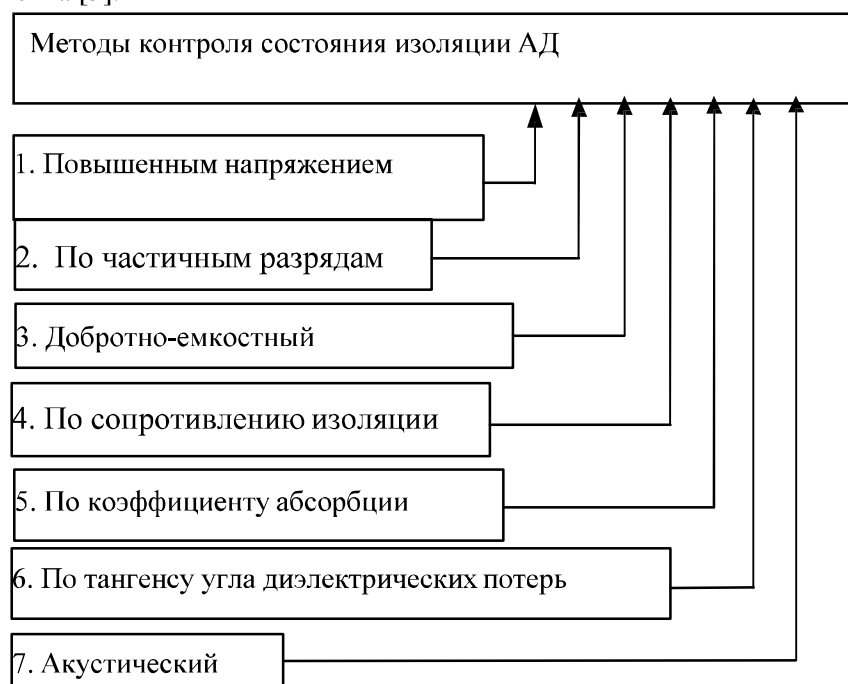


Рисунок 1 – Методы контроля изоляции АД

Таким образом, основным условием достоверной диагностики следует считать избирательную чувствительность к сквозным повреждениям изоляционного слоя, ответственным за электрический пробой [3].

Этому условию удовлетворяют способы 1, 2, однако способ 1 с зондирующими воздействиями в десятки киловольт небезопасен для изношенной изоляции.

Метод 2 использует относительно безопасную область газового разряда – обратимые частичные разряды, но в классическом варианте применим к высоковольтным машинам, поскольку рабочих напряжений низковольтных АД недостаточно для образования ЧР в заполненных воздухом полостях изоляции [3].

Изоляция низковольтных АД способна генерировать частичные разряды без приложения опасных повышенных напряжений при условии эксплуатационного увлажнения обмотки. Обратимые ЧР при рабочем или близком к нему напряжении наиболее достоверно характеризуют состояние обмотки как предпробойное и, следовательно, являются наиболее ценным диагностическим признаком [3].

Электрическое сопротивление изоляции не имеет самостоятельной диагностической ценности, но служит вспомогательным признаком при диагностике по ЧР. Двухпараметрическая диагностика при высокой диагностической ценности основного признака ЧР и относительной простоте измерения сопротивления изоляции удовлетворяет требованиям полноты обследования при минимальных затратах [3].

Одним из направлений, определяющих повышение качества информационных технологий контроля и диагностики технического состояния, следует считать интеллектуализацию процессов обработки диагностической информации с использованием технологии экспертных систем, которые способны обеспечить повышение качества распознавания технического состояния объекта, что отражено ниже [9].

Состояние асинхронного электродвигателя характеризуется большим количеством параметров состояния (признаков) x_i , значения которых можно получить, используя штатные средства измерения, или же путем проведения дополнительных испытаний на работающем или отключенном электродвигателе. При большом числе параметров состояния x_i построение нечеткой базы знаний экспертной системы становится трудновыполнимой задачей. Для электрооборудования входные переменные x_i классифицируются на группы, и формируется иерархическая многоуровневая база знаний, состоящая из вложенных друг в друга нечетких баз знаний меньшей размерности [9].

На рисунке 2 представлена разработанная в работе [9], двухуровневая иерархическая структурная схема нечеткого логического вывода о техническом состоянии временно отключенных или проходящих послеремонтные испытания асинхронных двигателей.

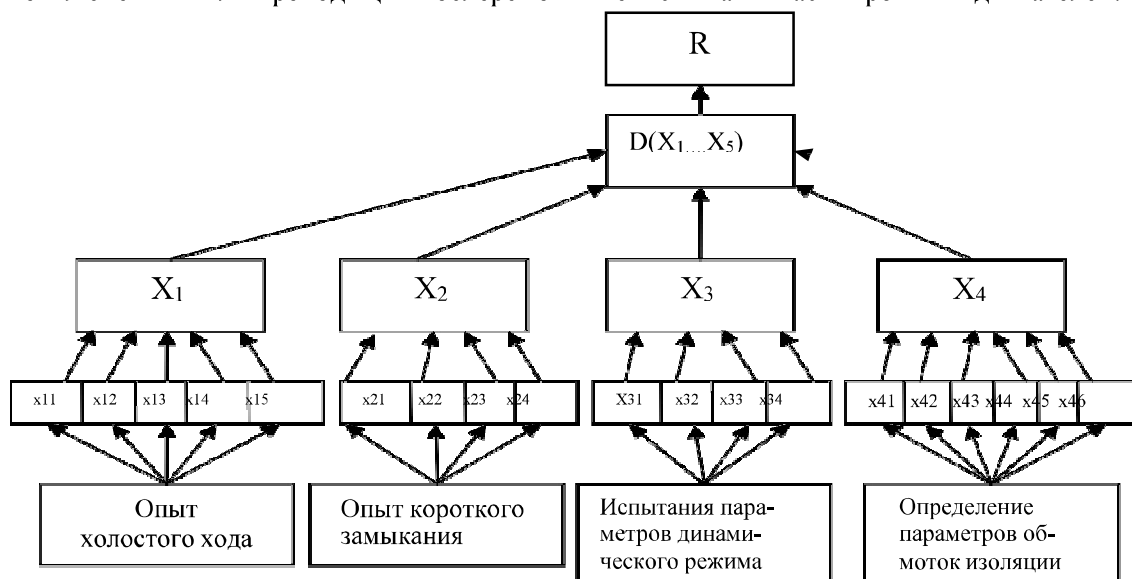


Рисунок 2 – Двухуровневая иерархическая структурная схема нечеткого логического вывода о техническом состоянии асинхронных двигателей

Оценка технического состояния электродвигателей проводится с использованием результатов опыта холостого хода, короткого замыкания, испытаний в динамическом режиме, измерений параметров обмоток и изоляции обмоток.

Другой подход к определению остаточного ресурса АД учитывает то, что эксплуатационные воздействия на изоляцию электродвигателей определяются воздействием температуры, влаги, вибраций, агрессивных веществ, что соответствует тепловому, влажностному и механическому старению. Для имитации механических воздействий служит установка, включающая в себя вибростенд, пульт управления с контрольно-измерительной аппаратурой и устройства для автоматического поддержания режима работы. Для имитации климатических воздействий используется камера теплоты и влаги [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гашимов М.А. Исследование в целях диагностики физических процессов функционирования электрических машин при неисправностях в обмотке статора и ротора / М.А. Гашимов, С.В. Абдуладзе // Электротехника. – 2004. – №2. – 47 с.
- 2 Волохов С.А. Проявление статического эксцентриситета ротора во внешнем магнитном поле электрических машин / С.А. Волохов, П.Н. Добродеев // Электротехника. – 2002. – №11. – 62 с.
- 3 Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин / Гемке Р.Г. Энергия, Ленинград, 1975. – 38 с.
- 4 Костенко М.П. Электрические машины / М.П. Костенко. – ГЭИ, Москва. – 1999. – 214 с.
- 5 Шимони К. Теоретическая электротехника / К. Шимони. – Москва, – 1994. – 139 с.

ТҮЙІН

Бұл мақалада электроқондырғылардың тиімді жоспарлауын көбіне өнеркәсіптегі технологиялық процесстердің сенімділігін анықтайды және жөндеуші компанияға табысты жүргізуге қажетті қаржылық салымның аумағын анықтауға мүмкіндік береді

RESUME

This article focuses on that effective planning of repairs of electrical equipment largely determines the reliability of the process and allows the company to determine necessary volumes of financial investments for the success of the repair company

УДК 656.05

А. А. Алниязов, магистрант,

Ю. Н. Ефремов, кандидат технических наук, доцент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, РК

ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНЫХ ФАКТОРОВ НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Аннотация

Автомобильные дороги являются основными транспортными магистралями, по которым выполняется наибольший объем грузо- и пассажироперевозок. В связи с этим важнейшей задачей является мониторинг дорожных факторов, оценка дорожных условий, анализ причин аварийности на этих дорогах, а также разработка теоретических подходов к прогнозированию уровня аварийности и мероприятий, позволяющих повысить безопасность дорожного движения.

Ключевые слова: автомобильные дороги, автомобильный транспорт, аварийность, риск, дорожно-транспортные происшествия, дорожные факторы, линейная и динамическая модели.