

Аккумуляторные батареи и блок питания установлены по краям от основной платы, на которых закреплена ниша для установки ноутбука.

IV. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Метрологические характеристики мобильной установки в диапазоне токов от 1А до 15А, включая показатели точности [2]:

Внутреннее сопротивление установки от 10,0 до 11,1 мОм.

Пределы допускаемой относительной погрешности снятия и регистрации переходного процесса затухания тока, %, не более:

в диапазоне токов от 15А до 1А – 2

в диапазоне токов от 1А до 0,1А – 6

при длительности переходного процесса затухания тока, с 0,07

Предел допускаемой относительной погрешности поддержания установленного тока I_0 в циклах измерения, %, не более 1.

V. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мобильная установка способна достоверно регистрировать в электротехнических объектах с индуктивной реакцией переходные процессы затухания тока в диапазоне от 1А до 15А с относительной погрешностью не более 2% и в диапазоне тока от 1А до 0,1А с относительной погрешностью не более 6% при длительности переходных процессов от 0,07 с. Мобильная установка позволяет осуществить определение эксплуатационных параметров погружных асинхронных электродвигателей по идентификационным параметрам Т-образной схемы замещения [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев А. Ю., Кузнецов Е. М., Аникин В. В. Установка для определения параметров схем замещения асинхронных электродвигателей // Приборы и техника эксперимента. 2010. № 3. С. 162.

2. АТТЕСТАТ № 0573. Мобильная установка регистрации переходных характеристик в электротехнических объектах РПХ-20. Выдан 09.10.2014 / РОССТАНДАРТ. ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Омской области».

3. Ковалев В. З., Хамитов Р. Н., Кузнецов Е. М., Аникин В. В., Бессонов В. О. Определение эксплуатационных параметров погружных асинхронных электродвигателей по идентификационным параметрам Т-образной схемы замещения // Омский научный вестник. 2018. № 6 (162). С. 36–40.

УДК 621.313

ПОВРЕЖДЕНИЯ ОБМОТОК СТАТОРА АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ ДИАГНОСТИКА

П. В. Беляев, А. П. Головский

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены основные виды повреждений обмоток статора асинхронных двигателей, способы диагностики неисправностей в зависимости от вида повреждения. Показано, какие методы диагностики являются распространёнными, выявлены недостатки существующих методов.

Ключевые слова: *неисправности статора асинхронных двигателей, методы обнаружения неисправностей асинхронных двигателей, современные методы диагностики неисправностей.*

DOI: 10.25206/2310-4597-2019-1-33-37

I. ВВЕДЕНИЕ

В процессе эксплуатации в электротехнических комплексах и системах асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором зарекомендовали себя надежными, износостойкими, экономически обоснованным элементом привода для механизмов участвующих в производственном цикле. Доля асинхронных двигателей составляет не менее 80 % двигателей во всех видах используемых приводов [1].

В процессе эксплуатации, по различным причинам, асинхронные двигатели ухудшают свои технические характеристики. Статистические данные показывают, что в 75–95 % случаев отказ в работе асинхронных двигателей мощностью более 5 МВт происходит из-за повреждения обмоток статора и ротора, что приводит к простоям оборудования, недоотпуску продукции и снижению эффективности работы механизмов.

Поэтому своевременное выявление места и степени повреждений позволит избежать их развития, уменьшить время восстановления, сократить затраты на обслуживание, избежать простоев оборудования, повысить эффективность работы двигателей и производственных механизмов.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В практике использования асинхронных двигателей существенное значение имеет повышенная износостойкость, простота эксплуатации и более низкая стоимость при сопоставлении их с другими типами двигателей.

Основными причинами и источниками возникновения и развития повреждений асинхронного двигателя являются [2]:

- перегрузка или перегрев статора электродвигателя – 31 %;
- межвитковое замыкание – 15 %;
- повреждения подшипников – 12 %;
- повреждение обмоток статора или изоляции – 11 %;
- неравномерный воздушный зазор между статором и ротором – 9 %;
- работа электродвигателя на двух фазах – 8 %;
- обрыв или ослабление крепления стержней в беличьей клетке – 5 %;
- ослабление крепления обмоток статора – 4 %;
- дисбаланс ротора электродвигателя – 3 %;
- несоосность валов – 2%.

Неисправность обмотки статора или ухудшение ее технических характеристик является весьма значимой проблемой не только аварийной ситуации, выхода из строя, но и эксплуатации асинхронных двигателей. Кроме того, это имеет существенное значение при разработке мероприятий по увеличению срока службы приводов в электротехнических комплексах и системах.

Выделим несколько возможных дефектов возникающих в статоре электродвигателей: межвитковые замыкания, межкатушечные замыкания, межфазные замыкания, замыкания на землю и обрыв цепи.

III. ТЕОРИЯ

Неисправности в обмотках статора появляются в основном из-за короткого замыкания обмотки, вызванные нарушением изоляции. Обмотка статора состоит из катушек изолированной медной проволоки, размещенной в пазах статора.

Дефекты в обмотках статора часто вызваны разрушением изоляции между двумя соседними витками в катушке. Это называется межвитковое короткое замыкание как показано на рис. 1. Результирующие индуцированные токи создают дополнительный нагрев и вызывают дисбаланс в магнитном поле в машины. Если неисправность не будет своевременно выявлена и как-то локализована, местный нагрев приведет к дальнейшему повреждению изоляции обмотки статора, ее разрушению и, в конечном итоге, приведет к выходу двигателя из строя. Несбалансированное магнитное поле может также привести к чрезмерной вибрации, которая может вызвать преждевременные неисправности подшипников [3].

Графическое представление неисправностей статора показано на рис. 1.

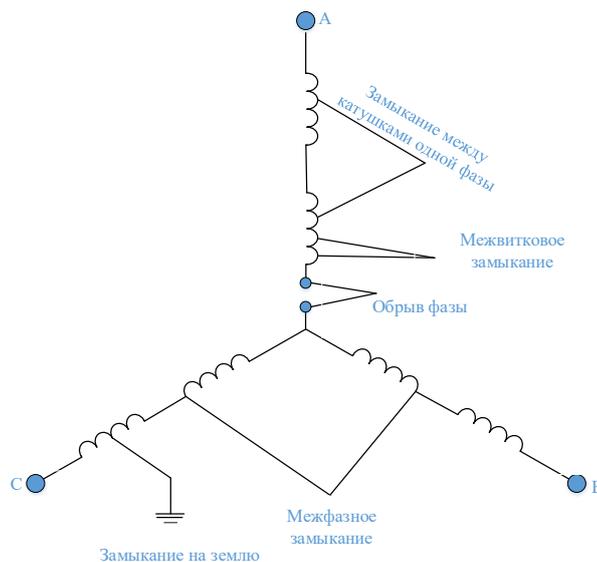


Рис. 1. Виды повреждений обмотки статора асинхронного двигателя

В настоящее время большой интерес представляет мониторинг состояния электродвигателя в процессе его работы под нагрузкой. Следовательно, должны быть разработаны методы и критерии диагностики и оценки его состояния и использования.

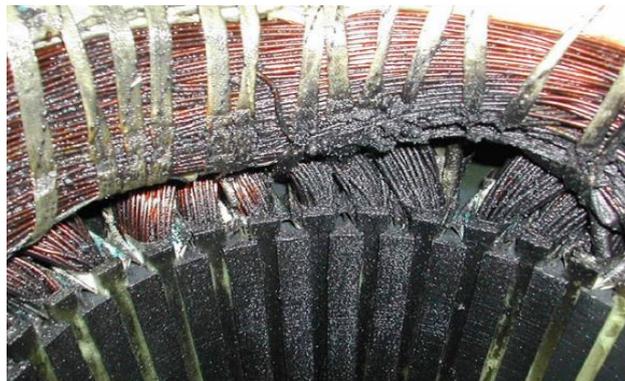
Наиболее распространенные методы диагностики неисправностей в статоре асинхронного двигателя:

1. контроль напряжения и тока статора;
2. контроль магнитного потока;
3. температурный контроль;
4. контроль сопротивления изоляции.

На рис. 2 представлены физические результаты замыканий обмоток статора:



а) – междувитковое короткое замыкание



б) – перегрев обмотки статора



в) – обрыв одной фазы обмотки статора

Рис. 2. Виды повреждений обмоток статора

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Для оценки технического состояния асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором широкое распространение получил метод контроля напряжения и тока статора и их симметричных составляющих. В этом методе теоретически хорошо обоснованы параметры, критерии, показатели и легко доступны измерения.

Недостаток метода – результаты, получаемые в процессе измерений, носят обобщенный характер и не могут служить основой для локализации места повреждения или неисправности. Для более точной диагностики требуется выводить двигатель из технологического процесса, проводить его демонтаж, последующую разборку и ремонт.

Метод, основанный на контроле магнитного потока асинхронного двигателя. Любые искажения в магнитном потоке воздушного зазора, из-за дефекта статора, изменяют магнитную характеристику электродвигателя. Осевой магнитный поток асинхронного двигателя легко измеряется с помощью круговой поисковой катушки, которая помещается в торце машины. Катушка поиска измеряет выходное напряжение, которое пропорционально скорости изменения осевого потока утечки. Этот сигнал содержит множество частотных составляющих, которые присутствуют в токе статора.

Недостатки метода – применение данного метода ограничивается необходимостью использования дорогостоящих приборов и связанного с ними обслуживания.

Метод контроля температуры двигателей может быть реализован путем измерения локальной температуры двигателя, его деталей конструкции и оценки параметров.

При возникновении коротких замыканий в обмотке статора значение тока будет значительным или даже высоким, следовательно, будет выделяться чрезмерное тепло в деталях конструкции и, если не будут своевременно предприняты надлежащие действия, двигатель выйдет из строя.

Недостатки: данный метод не может быть применен для выявления механических неисправностей асинхронных двигателей, по причине невозможности определения дефекта без остановки и последующего разбора двигателя.

Метод основан на контроле сопротивления изоляции обмоток. До недавнего времени требовалось выводить двигатель в ремонт для проведения замера сопротивления изоляции мегомметром.

В настоящее время разработана методика диагностики сопротивления изоляции методом волновых затухающих колебаний (ВЗК), позволяющая проводить измерения на работающем двигателе [4]. Данный метод, является одним из наиболее достоверных и точных методов, позволяющих определить реальное состояние изоляции обмоток электродвигателей. Его сущность заключается в том, что на диагностируемую обмотку подается типовой единичный сигнал, в результате чего в данной обмотке возникает переходный процесс, зависящий от ее параметров, и отслеживается степень затухания переходного процесса в обмотке по амплитуде и периоду сигнала на выходе. Чем хуже состояние изоляции, тем сильнее затухает сигнал. Основным достоинством данного метода является то, что он позволяет производить оценку состояния междувитковой изоляции.

Недостатком метода, является необходимость подключения переносного прибора типа ОМЕГА-3К-01, для снятия показаний. Существующие приборы не получили широкого распространения и не выпускаются серийно.

V. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Увеличение срока службы асинхронных двигателей является важным вопросом, связанным со снижением аварийности в электротехнических комплексах и системах, увеличением срока эксплуатации, повышением технико-экономических показателей.

Разработка точных методов контроля состояния асинхронного двигателя может повысить надежность и уменьшить эксплуатационные расходы.

Своевременное выявление неисправностей асинхронных двигателей приводит к увеличению их жизненного цикла, и может выявлять дефекты на вновь вводимых в производственный процесс после ремонта двигателях.

Описываемые методы возможно применять при входном контроле.

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы обнаружения повреждений в обмотках статора асинхронных двигателей, имеют свои достоинства и недостатки.

Метод контроля тока и напряжения является самым распространенным методом, при этом не может дать окончательный вывод о месте и причинах повреждения. Метод контроля магнитного потока не получил широкого распространения на сегодняшний день, но при этом является широко изучаемым. Метод теплового контроля служит для определения уже произошедшего повреждения в обмотке статора. Метод непрерывного кон-

троля изоляции является самым эффективным из применяемых методов и может давать прогностические рекомендации о предстоящем повреждении обмотки статора.

Рассмотрев существующие методы можно сделать вывод о необходимости разработки новых методов диагностики повреждений асинхронных двигателей, и усовершенствования существующих методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петухов В. Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока // Новости Электротехники. 2005. № 1 (31). С. 23–28.
2. Неисправности асинхронного электродвигателя. URL: <http://www.malahit-irk.ru> (дата обращения: 15.03.2019).
3. Frosini and E. Bassi. Stator Current and Motor Efficiency as Indicators for Different Types of Bearing Faults in Induction Motor // Transactions on Industrial Electronics. 2010. Vol. 57, no. 10. P. 201–209.
4. Хомутов С. О., Тонких Ю. А., Дронов В. С. Новые методы и технические средства диагностики электродвигателей в агропромышленном комплексе // Ползуновский вестник. 2009. № 4. С. 109–115.

УДК 621.316.3

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А. Я. Бигун, Е. П. Жиленко, Е. В. Петрова, Л. В. Владимиров, А. Е. Обвинцев, В. Н. Мазко
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. В связи с постоянно растущим спросом на электроэнергию, поставщики электроэнергии сталкиваются с проблемой ограниченности пропускной способности воздушных линий электроэнергетических систем. Строительство новых линий, замена проводов на провода с большим поперечным сечением, замена действующих линий на линии с более высоким классом напряжения может решить эту проблему. Указанные направления не всегда реализуемы из-за экономических, социальных и других особенностей. Максимальный ток, передаваемый по линиям электропередачи, как правило, рассчитывается для наихудших условий эксплуатации. В реальных условиях эксплуатации допустимая токовая нагрузка линии может динамически изменяться в зависимости от условий окружающей среды. Наиболее важно знать реальную температуру проводов воздушных линий для определения максимальной пропускной способности линий электропередачи. В данной работе проведен краткий анализ различных систем и устройств мониторинга для определения параметров, влияющих на максимально допустимый ток линий.

Ключевые слова: температура провода, системы мониторинга, пропускная способность, погодные параметры.

DOI: 10.25206/2310-4597-2019-1-37-40

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сроки эксплуатации воздушных линий электропередач (ВЛ) часто превышают нормативные и составляют от 40 лет и более, поэтому остро стоит проблема своевременного контроля за их состоянием. Кроме того, на остаточном сроке службы сказывается и воздействие внешних факторов окружающей среды в сочетании с эксплуатационными нагрузками. Большинство воздушных линий электропередачи на данный момент не оборудованы системами мониторинга, поэтому контроль за метеорологическими воздействиями ведется визуальным способом выездными бригадами служб сетевых районов, а передача полученной ориентировочной информации происходит имеющимися средствами связи [1–4]. В результате развития экономики растёт потребление электроэнергии [5–7], а активное развитие и внедрение устройств малой генерации ещё сильнее увеличивает нагрузку на распределительные сети, которые эксплуатируются длительное время. Данные факторы влияют на надёжность электроснабжения, увеличивается вероятность перегрева проводов воздушных линий электропередачи [6–8].

Проблема повышения пропускной способности решается путём строительства новых линий электропередачи, заменой проводов на провода с большими сечениями, заменой устаревшего оборудования, увеличением напряжения воздушных линий. Пропускная способность действующих линий, как правило, определяется на