

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Д. В. Мирош

*Аспирант, заведующий лабораторией, Гомельский колледж-филиал
УО «Белорусский государственный университет транспорта»,
Гомель, Беларусь, e-mail : dimamiroshheat@gmail.com*

Реферат

Переход к стратегии обслуживания по фактическому техническому состоянию наиболее актуален для широко распространенного оборудования, срок службы которого зависит от многих факторов: характер, условия, режим и длительность выполняемых работ, конструктивные особенности и качество изготовления.

Мониторинг фактического состояния позволяет снизить вероятность внезапных отказов и своевременно оценивать остаточный ресурс объекта исследования. Диагностика неисправностей трехфазных асинхронных двигателей позволит решить различные проблемы на производстве, связанные с внезапностью выхода из строя и сопутствующими рисками, оптимизацией затрат при планировании обслуживания и ремонтных работ.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, диагностика неисправности, изоляция.

DIAGNOSTICS OF MALFUNCTIONS OF THREE-PHASE INDUCTION MOTORS

D. V. Mirosh

Abstract

The transition to a maintenance strategy based on the actual technical condition is most relevant for widespread equipment, the service life of which depends on many factors: the nature, conditions, mode and duration of work performed, design features and manufacturing quality.

Monitoring of the actual condition allows you to reduce the likelihood of sudden failures and timely assess the remaining resource of the object of study. Troubleshooting of three-phase asynchronous motors will solve various problems in production related to sudden failure and associated risks, cost optimization when planning maintenance and repair work.

Keywords: induction motor, fault diagnosis, isolation.

Введение

Все элементы любого оборудования имеют различные характеристики устойчивости к потере работоспособного состояния, на которые влияют как внутренние конструктивные факторы (зависящие от назначения, свойств элементов), так и совокупность внешних факторов, что определяется как условия эксплуатации. Работоспособность определяется техническим состоянием, которое представляет собой совокупность изменяющихся в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризующихся в определенный момент признаками, установленными технической документацией. Техническое состояние определяется количественными показателями конструктивных параметров.

Диагностика неисправностей

Внедрение технической диагностики в настоящее время позволяет более точно устанавливать прогрессивные межремонтные сроки, предупреждать аварийные износы и повреждения, сокращая в то же время объем ремонтных работ по разборке и сборке. Главным преимуществом диагностических комплексов является невмешательство в работу исправно работающего оборудования. При регламентном обслуживании большая часть оборудования обычно к назначенному сроку выполнения очередных работ либо оказывается в достаточно удовлетворительном состоянии, не требующем вмешательства вовсе, либо уже в аварийном.

Устранение данных противоречий требует расширения номенклатуры стратегий обслуживания оборудования, для чего применяется методика *SWOT*-анализа [1–5]. Сам метод изначально применялся для оценки и анализа стратегий и бизнес-планов компаний. Данная аббревиатура сформирована из первых букв английских слов: *Strengths* (достоинства), *Weaknesses* (недостатки), *Opportunities* (возможности), *Threats* (угрозы).

Мониторинг фактического состояния оборудования и прогноза его изменения снижает вероятность внезапных отказов. Снижение разбежки в прогнозировании требует проведения масштабных исследований, что впрочем может быть сведено к минимуму при использовании искусственных нейронных сетей. Достоверная оценка остаточных ресурсов позволяет оптимизировать (облегчить) планирование ремонтных работ. Основные угрозы и ущерб могут исходить при неверном выборе глубины диагностирования, а также при недостоверном прогнозе, в связи с чем возникает проблема юридической ответственности.

Общий процесс технического диагностирования включает в себя следующие пункты:

- обеспечение функционирования объекта на заданных режимах или тестовое воздействие на объект;
- поиск и преобразование (с помощью датчиков) сигналов, выражающих значения параметров, а также их измерение;

– постановка диагноза на основании логической обработки полученной информации путём сопоставления с нормативными параметрами.

Применительно к диагностированию асинхронного двигателя необходимо сперва выделить его преимущества перед другими электрическими машинами. Отсутствие скользящего электрического контакта между цепями статора и ротора у асинхронных двигателей и является основной причиной широкой популярности таких электрических машин. Отсутствие коллектора обеспечивает следующие важные практические преимущества:

– упрощение конструкции двигателя;

– повышение надёжности двигателя;

– повышение мощности двигателя при тех же габаритах (так как коллектор и щётки в двигателе постоянного тока занимают достаточно много места, в асинхронном двигателе с теми же внешними размерами этот объём можно использовать для увеличения активной электромагнитной части, повышая тем самым мощность и вращающий момент);

– снятие жёстких ограничений по рабочему напряжению (так как именно коллектор в двигателе постоянного тока часто лимитирует уровень предельного рабочего напряжения и, следовательно, мощность).

На данный момент порядка 80 процентов от всех электродвигателей в мире – это асинхронные. Примерно половина всей электроэнергии преобразуется в механическую именно за счёт асинхронных электродвигателей.

Основной неисправностью, наиболее распространенной для данного типа электрической машины, является межвитковое замыкание (около 85 процентов). При межвитковом замыкании изоляция обмотки нарушается и происходит ее пробой между витками, что впоследствии может привести к выходу из строя [6].

К текущему моменту имеется множество статей и других литературных источников, описывающих испытания и оценку состояния изоляции обмоток в электрических машинах, в том числе и для асинхронных двигателей. С течением времени изоляция обмоток электродвигателя может загрязняться, увлажняться, а также подвергаться воздействию высоких температур и перепадов напряжения, что приводит к старению изоляции и, как следствие, ее пробую, а в результате – выходу из строя [7].

Исследования воздействия влаги на асинхронный двигатель в [7] показывают, что с увеличением влажности изоляции, возрастает угол диэлектрических потерь $tg\delta$, а сопротивление изоляции резко снижается при 70–80 процентах влажности. Похожая зависимость прослеживается в исследованиях, посвященным диагностированию параметров качества изоляции обмоток трансформаторов при ее увлажнении.

На данном этапе исследований особого внимания заслуживают уже имеющиеся разработки по части испытания асинхронных двигателей. В литературе приведены источники по использованию автоматизированных стендов для испытания асинхронных короткозамкнутых двигателей напряжением до 1000 В, что позволяет за небольшой промежуток времени произвести полную оценку его состояния [8]. Стенд примечателен тем, что параметры выводятся в цифровом и графическом виде на персональный компьютер, что облегчает оценку

состояния электрических машин. Значения, полученные в ходе подобных испытаний, могут быть использованы в качестве исходных данных для диагностической системы. Недостатком указанного в [8] стенда по испытанию асинхронных двигателей является его проверка в безнагрузочном состоянии. Условия во время проведения испытаний не в полной мере соответствуют реальным эксплуатационным условиям.

Следовательно, для снятия полноценных и точных параметров необходимо использовать стенды, предполагающие наличие нагрузочного устройства.

Заключение

Последние экспериментальные данные по оценке характеристик трансформатора и асинхронных двигателей, в зависимости от состояния изоляции обмоток и степени ее увлажненности, свидетельствуют о возможности получения исходных параметров для оценки изменений, происходящих при различных условиях эксплуатации. Использование подобных комплексов диагностики в режиме реального времени возможно и перспективно на различных предприятиях, где требуется:

- смена или совершенствование системы обслуживания;
- количественный учет эксплуатируемых электрических машин и прогнозирование их остаточного ресурса;
- максимальный срок эксплуатации элементов инфраструктуры без их обслуживания и ремонта.

Список цитированных источников

1. Мясников, Ю.Н. Надёжность и техническая диагностика судовых энергомеханических систем (НТДИКА) / Ю.Н. Мясников – СПб.: изд. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2008. – 183 с.
2. Risk Spectrum PSA Professional 1.20 / Theory Manual. RELKON AB, 1998. – 57 p.
3. Викторова, В.С. Relx – программа анализа надёжности, безопасности, рисков / В.С. Викторова, Х. Кунтшер, Б.П. Петрухин, А.С. Степанянц // Надёжность, 2003, №4(7). – С. 42–64.
4. Можаяев, А.С. Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем (ПК АСМ СЗМА, базовая версия 1.0, «Арбитр»). Отчёт о верификации программного средства. Заключительная редакция / А.С. Можаяев, А.В. Киселев, А.В. Струков, М.С. Скворцов – СПб.: изд. ОАО «СПИК СЗМА», 2007. – 1031 с.
5. Andrews, K.R. New horizons in corporate strategy / K.R. Andrews // McKinsey Quarterly, 1971, vol. 7, no. 3, pp. 34–43.
6. Громыко, И.Л. Диагностирование межвитковых замыканий в трансформаторе и обучение сверточных нейронных сетей / И.Л. Громыко, В.Н. Галушко // Автоматизированные системы управления технологическими процессами АЭС и ТЭС = Instrumentation and control systems for NPP and TPP : материалы II Международной научно-технической конференции, Минск, 27-28 апреля 2021 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2021. – С. 158–163.
7. Саргсян, С.В. Оценка состояния изоляции обмотки двигателя при воздействии влаги / С.В. Саргсян // Вестник НПУА. Электротехника, Энергетика. – 2019. – № 2. – С. 52–59.
8. Стенд для послеремонтных испытаний асинхронных двигателей напряжением до 1000 В / О.В. Владимиров [и др.] // Проблемы энергетики. – 2019. – Т. 29, № 3-4. – С. 58–66.