

Проверка изоляции и электрических характеристик двигателей компрессоров систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Указания по применению



При приложенном напряжении в 500 В данное показание измерения сопротивления изоляции равно >550 МОм, а значит, сопротивление находится за пределами диапазона. Второе измерение сопротивления изоляции выполнено при 1000 В, полученное сопротивление 1,1 ГОм (1100 МОм). Если бы ток утечки не был обнаружен, показание должно было составлять >2,2 ГОм. Мультиметр-мегаомметр Fluke 1587 сочетает в себе свойства цифрового мультиметра (вольты, омы, милливольты, миллиамперы, частота, емкость, температура) и мегаомметра для комплексного обслуживания электродвигателей.



Техники систем ОВКВиО обычно не полагаются на единичные проверки исправности какой-либо функции или процесса. Подходя к конденсаторному агрегату, они слушают его, подставляют руку под выпускной воздуховод конденсатора, а затем берутся за приемную магистраль, магистраль жидкости и нагнетательную магистраль (и сразу жалеют об этом). Они еще даже не открыли ящик с инструментами.

Затем они подключают датчики и обводные термометры для проведения более точной диагностики. Чем больше проверок и перепроверок они выполняют, тем увереннее они принимают решения, и тем объективнее их оценка. При диагностике состояния компрессоров измерение сопротивления изоляции, помимо испытаний на влагосодержание в хладагенте и масле, а также на содержание кислоты, — еще одно проверенное временем испытание, которое сегодня техники добавляют в свой арсенал.

Тестер сопротивления изоляции подает на обмотки двигателя и точки изоляции неразрушающее напряжение постоянного тока для измерения интенсивности утечки тока. Идеальных изоляторов не существует, утечки есть всегда. Но необходимо определить: какова интенсивность утечки тока через изоляцию и меняется ли она со временем из-за повреждения или загрязнения изоляции? Ответ на последний вопрос очень важен для профилактического технического обслуживания.

При помощи измерения сопротивления изоляции можно определять электропроводность, сопротивление в катушке или обмотке, сопротивление в нагревательном элементе, значение сопротивления термистора и т.п. Все эти измерения выполняются на цепях внутри изоляторов, за исключением проверки на замыкание на землю.

Если обнаружено замыкание на землю, значит, уже произошел критический отказ устройства, и уже поздно проводить профилактическое обслуживание или упреждающие мероприятия. Критический отказ электродвигателя в составе бессальникового или герметичного компрессора, содержащего масло или хладагент, в лучшем случае влечет за собой обширные работы по очистке, а в худшем — замену всей системы, в которую входил поврежденный компонент, а также потери производительного времени и доходов. Рекомендуется выполнять регулярные проверки параметров изоляции и фиксировать их для сравнения с результатами последующих проверок, чтобы оперативно выявлять любые изменения.

Что искать

Не существует четких критериев быстрого определения годности/негодности при интерпретации параметров сопротивления изоляции. Тем не менее, изготовители и специалисты сходятся в том, что отслеживание тенденций в измерениях этих параметров является четким ориентиром для определения работоспособности электродвигателя.

Стандарт IEEE 43 на измерение сопротивления изоляции электродвигателей содержит минимальное приемлемое значение в 1 мегаом плюс 1 мегаом на 1 киловольт рабочего напряжения двигателя. Для двигателя мощностью 460 В пороговое значение годности/негодности составит 1,46 МОм, то есть интенсивность утечки тока 500 В пост. тока / 1 460 000 Ом $\approx$ 342 микроампера.

Но данный стандарт рассчитан на электродвигатели, не имеющие герметичной изоляции с применением масла или хладагента. Для двигателя, погруженного в жидкость, может потребоваться использование более низких значений, рекомендованных изготовителем. Двигатель, погруженный в жидкость, может работать при 600 000 Ом при подаче 500 В пост. тока, т.е. при интенсивности утечки тока 500 В / 600 000 Ом $\approx$ 833 микроампера.

Некоторые современные материалы для изоляции, применяемые примерно с 1975 г., имеют повышенную изоляционную способность, которая не сразу допускает ток утечки. Эти материалы могут иметь значения сопротивления изоляции порядка 20 000 МОм (20 ГОм). При этом такая изоляция может быть непригодна для использования, если значения измерения сопротивления изоляции находятся ниже 100 МОм, независимо от того, имеется загрязнение поверхности на обмотках или нет.

Герметичная среда двигателя и последствия

Применение измерения сопротивления изоляции к герметичным компрессорам представляет собой двухэтапную процедуру, что связано с характером рабочей среды электродвигателя компрессора.

1. Измерение сопротивления изоляции для проверки на ухудшение состояния изоляции обмотки двигателя
2. Проверка на наличие загрязнений, которые влияют на результаты измерения сопротивления изоляции.

Первое измерение сопротивления изоляции для получения тренда выполняется на выключенном компрессоре, второе измерение выполняется после того, как компрессор проработал в течение 5–10 минут. Результаты первого измерения более подвержены воздействию со стороны загрязнений в масле или хладагенте.

На результаты второго измерения все еще влияют загрязнения, но все-таки это измерение более достоверно отражает реальное сопротивление двигателя, так как с обмотки удаляется масса хладагента, масла и воды.

Гидрохлорфторуглероды постепенно вытесняются гидрофторуглеродами, для которых применяются смазки на основе полиолэфиров. Поэтому важность измерения сопротивления изоляции для компрессоров возрастает из-за гигроскопического характера смазок на основе полиолэфиров. Помимо смотровых стекол для определения уровня влаги и реагентов для анализа проб масла или воды, измерение сопротивления изоляции является дополнительным методом оценки содержания влаги в масле. И это хорошо.

Порядок измерения сопротивления изоляции

Никогда не следует выполнять измерение сопротивления изоляции или эксплуатировать компрессор, пока система находится под действием вакуума.

1. Снимите всю обмотку с клемм компрессора, чтобы изолировать компрессор.
2. Снимите клеммные перемычки компрессора, если они предусмотрены.
3. Очистите клеммы чистой и сухой технической салфеткой.
4. По возможности, подключите клеммы компрессора параллельно.*

* Большая часть обмоток двигателей компрессоров имеет общее подключение внутри компрессора, поэтому изолировать обмотки невозможно. Если обмотки двигателя можно изолировать, рекомендуется выполнять заземление двух комплектов обмотки во время проверки третьего комплекта. Данный шаг следует повторить трижды, по одному разу на каждый комплект обмоток. Это позволит проверить не только сопротивление заземления, но и сопротивление между контролируемой обмоткой и двумя другими обмотками, и таким образом определить повышенную вероятность короткого замыкания между обмотками.

Факторы, влияющие на сопротивление изоляции и срок службы компрессора

- Невыполнение полного осушения системы
 - Гидролиз воды с хладагентом может привести к образованию плавиковой кислоты. Плавиковая кислота разъедает стекло. Представьте, что она может сделать с обмотками электродвигателя.
 - Кислота может разъедать медь в стенках трубок. Медь проводит электричество и вызывает снижение диэлектрической прочности масла. Может также произойти осаждение меди на подшипниках двигателя, в конечном счете это приведет к жесткому запуску, повышению рабочей температуры или состоянию заторможенного ротора.
 - Вода в присутствии смазок на основе полиолэфиров будет поглощаться.
- Невыполнение развертки труб перед сборкой
 - Это может привести к появлению медной стружки в компрессорном масле. Медь проводит электричество и вызывает снижение диэлектрической прочности масла.
- Невыполнение вытеснения кислорода инертным газом (например, азотом или аргонном) в процессе пайки
 - Оксиды меди проводят электричество и вызовут снижение диэлектрической прочности масла.
- Утечка хладагента
 - Низкий уровень заправки хладагентом приводит к повышению рабочей температуры двигателя и нагрузкам на изоляцию обмоток двигателя.

5. Очистите точку заземления компрессора от окисления и протрите чистой и сухой технической салфеткой.
6. Измерьте температуру клемм компрессора. Поскольку напрямую измерить температуру обмоток невозможно, следует определить температуру клемм компрессора посредством измерения электропроводности. Температура клемм компрессора должна быть выше точки росы окружающего воздуха, в противном случае влага на клеммах может повлиять на показания.
7. Подключите заземляющий провод к точке заземления на компрессоре с помощью зажима «крокодил» из комплекта поставки.
8. Переключите прибор в положение проверки изоляции и выберите испытательное напряжение 500 В пост. тока.
9. Коснитесь измерительным датчиком подключенных параллельно клемм компрессора.
10. Нажмите кнопку проверки на измерительном датчике (или на приборе) на период длительности испытания (60 секунд).
11. Запишите значение сопротивления и температуру клемм.
12. Снимите шунт с клемм компрессора и установите надлежащие электрические соединения.
13. Дайте компрессору поработать в течение 5-10 минут.
14. Повторите шаги 1-11.

Записанные показания следует внести в журнал и выполнить их корректировку на температуру в соответствии с выбранной базовой температурой. На каждое отклонение в 10 °C (18 °F) выше базовой температуры значение сопротивления удваивается. С понижением на каждые 10 °C (18 °F) относительно базовой температуры значение сопротивления делится надвое. При установке базовой температуры, равной 40 °C (104 °F), все измерения для определения тренда (прошлые, нынешние и будущие) потребуют корректировки на данную величину. Для корректировки температуры следует использовать следующее уравнение:

$$K_T = (0.5)^{(T_R - T_A / 10)}$$

где K_T – коэффициент поправки на температуру при T_A

T_R – эталонная температура (°C), по которой корректируются все измерения

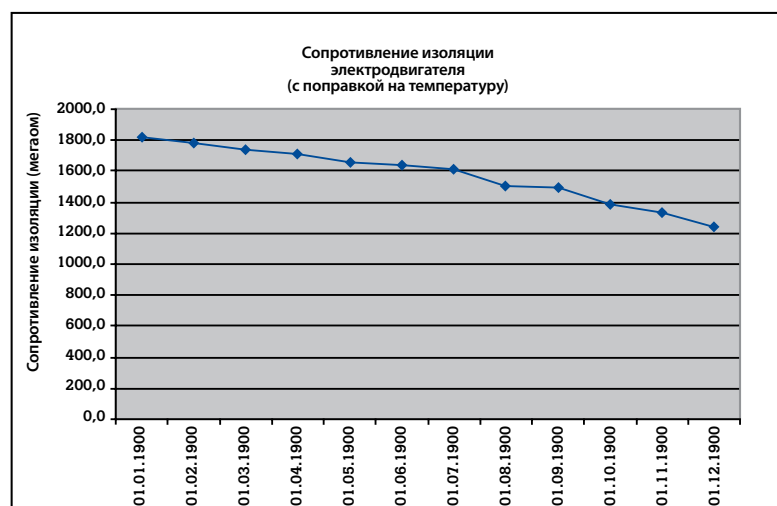
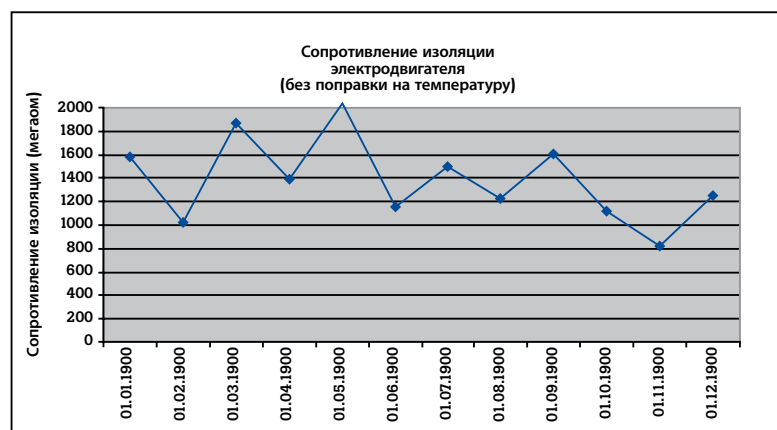
T_A – фактическая температура при испытании (°C)

$T_R = 40\text{ °C}$

Если показание находится за пределами диапазона выбранной шкалы прибора для измерения сопротивления изоляции, на дисплее отобразится знак "больше" (>), указывая на то, что данное показание не имеет значения для целей определения тренда, хотя и должно быть записано в журнал для отслеживания будущих изменений. При использовании некоторых видов современной изоляции можно ожидать, что на протяжении большей части срока службы электродвигателя показания будут за шкалой (> 2000 MΩ), а определение тренда будет возможно только ближе к концу срока службы двигателя. В этом случае при получении действительных значений в мегаомах следует рассмотреть необходимость выполнения работ по очистке.

На следующем примере демонстрируются нескорректированные значения испытательного сопротивления и значения сопротивления, скорректированные на расчетную температуру обмоток с поправкой на базовые значения в 40 °C. На двух приведенных ниже графиках представлены нескорректированные данные тренда в сравнении со скорректированными данными.

Дата	Измеренное сопротивление изоляции (MΩ)	Температура (°C)	Сопротивление изоляции с поправкой на температуру (MΩ)	Коэффициент температурной поправки КТ
05.02.90	1584,3	42	1821,9	1,15
08.07.90	1025,3	48	1784,0	1,74
14.02.91	1867,2	39	1736,5	0,93
02.07.91	1388,4	43	1707,7	1,23
10.02.92	2035,3	37	1648,6	0,81
03.07.92	1156,4	45	1630,5	1,41
04.02.93	1503,2	41	1608,4	1,07
08.07.93	1224,3	43	1505,9	1,23
12.02.94	1604,9	39	1492,6	0,93
01.07.94	1123,6	43	1382,0	1,23
14.02.95	821	47	1330,0	1,62
10.07.95	1245,7	40	1245,7	1,00



Заключение

Техники систем ОВКВиО часто пользуются правилом «годен/негоден» в процессе текущей диагностики, хотя технологические аксиомы (энтропия) предполагают, что машина входит в конечное состояние отказа в момент запуска в эксплуатацию.

С ростом качества обслуживания и внимания к деталям можно рассчитывать на то, что будет повышаться и срок службы изделия. Так как стоимость отказа возрастает, растут преимущества регулярного проведения испытаний и отслеживания динамики соответствующих измерений.

Что делать в случае отображения показания «Infinity» («бесконечность»)?

"Бесконечность" не является показанием. Она означает, что результаты испытания находятся за пределами диапазона контрольно-измерительного прибора. При использовании стандартного вольтметра с выходным напряжением менее 9 В пост. тока показание между общим блоком и заземлением компрессора может быть равно «бесконечности». При использовании тестера сопротивления изоляции с выходным напряжением выше 500 В пост. тока показание между общим блоком и заземлением компрессора может составлять 20 МОм. Рассмотрите применение одного из лучших естественных изоляторов — атмосферы. Если существует достаточно высокое напряжение с разницей в полярности, в зазоре произойдет дуговой разряд. Так работают свечи зажигания. Точно так же возникает молния.

Fluke. *Keeping your world up and running.*

ООО «Флюк СИАЙЭС»
125167, г. Москва, Ленинградский проспект дом 37,
корпус 9, подъезд 4, БЦ "Аэростар", 1 этаж
Тел: 8 495 664 75 12
Факс: 8 495 664 75 13
e-mail: info@fluke.ru

© 2015, Fluke Corporation. Все права защищены.
Отпечатано в Нидерландах месяц/год. Данные могут быть
изменены без предварительного уведомления.

Pub_ID: 13370-rus

2524494 A-EN-N Ред. А