

УДК 621.313

**Устинов Максим Александрович**

**Ustinov Maxim Alexandrovich**

Магистрант

Master's Degree student

Череповецкий государственный университет

Cherepovets State University

Российская Федерация, г. Череповец

Cherepovets, Russian Federation

**ИСПЫТАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ КАК  
РАЗРУШАЮЩИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ  
ELECTRIC MOTOR INSULATION TEST AS A DESTRUCTIVE  
DIAGNOSTIC METHOD**

*Аннотация: описаны методы испытания повышенным напряжением, выявлено что испытание изоляции электродвигателей повышенным напряжением носит разрушающий характер*

*The summary: test methods for high voltage are described, it is revealed that the test of insulation of electric motors with high voltage is destructive*

*Ключевые слова: испытание, изоляция, напряжение, трансформаторы*

*Key words: test, isolation, voltage, transformers*

Электрическая прочность изоляции электродвигателей определяется её способностью длительно выдерживать номинальное напряжение. Увлажнение изоляции и местные дефекты вызывают уменьшение электрической прочности. Обычно такими дефектами являются газовые (воздушные) включения в твердом или жидком диэлектрическом слое изоляции.

Учитывая то, что электрическая прочность газа в составе ниже, чем у основной изоляции, образуются условия для возможности пробоя или перекрытия изоляции в месте дефекта — частичного разряда. Стоит учитывать что частичные разряды вызывают дальнейшее разрушение изоляции. Частичным разрядом считают как скользящий (поверхностный) разряд, так и пробой отдельных зон изоляции или их элементов.

Испытание изоляции электродвигателей повышенным напряжением проводится для определения её электрической прочности. Испытательное напряжение, намного превышающее рабочее, прикладывается в течение времени, достаточного для развития разряда в местном дефекте вплоть до пробоя.

Таким образом, испытание повышенным напряжением электродвигателей позволяет не только выявить дефекты изоляции, но и гарантировать необходимый уровень электрической прочности изоляции в период эксплуатации электродвигателя.

Перед испытанием изоляции повышенным напряжением необходимо провести тщательный осмотр и дать оценку состояния изоляции всеми возможными методами. Испытание изоляции повышенным напряжением может быть проведено только при положительных результатах предшествующих проверок. Испытание повышенным напряжением электродвигателей считается успешным в том случае, если не было пробоев, частичных разрядов, выделений газа или дыма, резкого снижения напряжения, возрастания тока утечки через изоляцию и местного нагрева изоляции.

Изоляцию можно испытать приложением повышенного напряжения переменного тока или выпрямленного напряжения, в зависимости от вида оборудования или характера испытания. Если проводится испытание изоляции как переменным, так и выпрямленным напряжением, то

испытание выпрямленным напряжением должно быть проведено до испытания переменным напряжением.

### **Испытание изоляции повышенным напряжением переменного тока**

Испытание повышенным напряжением переменного тока промышленной частоты производится используя повышающий трансформатор с регулировочным устройством на стороне низкого напряжения. Также схема установки должна включать в себя выключатель питания с видимым разрывом и максимальную токовую защиту, с помощью которого должно происходить отключение питания трансформатора в случаях пробоя или перекрытия изоляции объекта. Уставка срабатывания защиты необходимо установить на значение, превышающее ток, потребляемый из сети, на максимальное значение напряжения на объекте, не более чем в два раза.

В качестве испытательного напряжения чаще всего используется напряжение промышленной частоты. Время приложения испытательного напряжения считается равным 1 мин для корпусной изоляции и 5 мин для межвитковой. Именно такая продолжительность приложения испытательного напряжения не отражается на состоянии изоляции, не имеющей дефектов, и этого хватает для осмотра находящейся под напряжением изоляции.

Скорость повышения напряжения до трети от испытательного значения может быть любой, дальше испытательное напряжение необходимо подавать плавно, со скоростью, не выше 1,5 кВт в секунду. При испытании изоляции электрических машин время подачи напряжения от половины до полного значения должно быть не менее 10 с.

После установленной продолжительности испытания напряжение плавно снижается до значения, не выше трети от испытательного, и

производится отключение. Резкое снятие напряжения допустимо лишь в тех случаях, когда это необходимо для обеспечения безопасности людей или сохранения оборудования. Под временем испытания подразумевается время, в течение которого приложено полное испытательное напряжение.

Для предотвращения перегрузки в виде перенапряжений при испытаниях (из-за высших гармоник в спектре испытательного напряжения) испытательную установку необходимо включать на линейное напряжение сети.

Испытательное напряжение, исключая ответственные испытания крупных двигателей, снимают на стороне низкого напряжения. При испытании электродвигателей с большой емкостью напряжение на высокой стороне испытательного трансформатора чаще всего превышает расчетное по коэффициенту трансформации из-за емкостного тока.

Перед подачей напряжения на испытываемый электродвигатель полностью собранную схему испытывают на холостом ходу и проверяют напряжение пробоя шаровых разрядников.

В случае отсутствия испытательных трансформаторов можно использовать силовые трансформаторы и трансформаторы напряжения.

Силовые трансформаторы при таком виде использования допускают нагрузку по току до 250 % номинальной при трехкратном испытании. Для трансформаторов напряжения типа НОМ возможно превышение напряжения на первичной обмотке до 150 - 170 % номинального. При отсутствии специального испытательного трансформатора достаточной мощности допускается параллельное включение однотипных трансформаторов.

Регулировочное устройство должно быть способно изменять напряжение трансформатора от 25—30 % до полного значения испытательного напряжения. Регулирование должно быть практически

плавным, со ступенями, не превышающими 1—1,5 % от испытательного напряжения. Разрывы цепи при регулировании недопустимы.

Напряжение должно быть приближено к синусоидальному с соотношением высших гармоник не более 5 %. Например, при использовании регуляторов с малым внутренним сопротивлением, таких как автотрансформатор, это требование практически выполняется. Применение дросселей или реостатов для этой цели лучше исключить.

### **Испытание изоляции выпрямленным напряжением**

Применение выпрямленного испытательного напряжения разрешает намного уменьшить мощность испытательной установки, позволяет контролировать состояние изоляции по измеряемым токам утечки, делает возможным испытание электродвигателей с большой емкостью.

При испытании изоляции выпрямленным напряжением чаще всего применяются схемы однополупериодного выпрямления.

Методика испытания изоляции выпрямленным напряжением схожа с методикой испытания переменным напряжением. Дополнительно ведется контроль тока утечки.

Время испытания выпрямленным напряжением намного продолжительнее, чем при испытании переменным напряжением, и относительно испытываемого оборудования устанавливается нормами в пределах 10 - 15 мин.

Измерение испытательного напряжения чаще всего осуществляется с помощью киловольтметра, который включают на стороне низкого напряжения испытательного трансформатора.

Как известно выпрямленное напряжение определяется амплитудным значением, то показания вольтметра (измеряющего действующее значения напряжения) необходимо умножить на внутреннее сопротивление. Исходя

из этого, при испытаниях нужно следить за напряжением питания испытательной установки. Также допускается применение вольтметра с большим добавочным сопротивлением для измерения напряжения на высокой стороне.

Обычно при испытаниях выпрямленным напряжением ток утечки, проходящий через изоляцию, в чаще всего не превышает 5 - 10 мА, что позволяет использовать испытательные трансформаторы небольшой мощности.

При испытаниях электродвигателей большой емкости емкость, заряженная до испытательного напряжения объекта, имеет большой запас энергии, в случае мгновенного разряда которой может произойти разрушение аппаратуры испытательной установки. Поэтому разряжать испытываемый объект следует минуя измерительный прибор, чтобы разрядный ток не проходил через него.

Для снятия заряда с испытуемых электродвигателей можно использовать заземляющие штанги с сопротивлением их электрической цепи равным 5 - 50 кОм. Для электродвигателей, обладающих большой емкостью, в качестве разрядных сопротивлений можно использовать наполненные водой резиновые трубки.

Заряд емкости может сохраняться длительно, даже после кратковременного наложения заземления, и представлять опасность для жизни обслуживающего персонала. Поэтому после разрядки испытываемого электродвигателя с помощью разрядного устройства, он должен быть наглухо заземлен.

### **Вывод**

При испытании электродвигателей повышенным напряжением частичные разряды приводят к постепенному разрушению большинства видов изоляции: при каждом разряде лишь часть его энергии уходит на необратимое разрушение молекулярных связей материала, в результате

разрушение наступает медленно, но верно. Исходя из этого можно сказать что испытании электродвигателей повышенным напряжением является разрушающим методом контроля состояния электродвигателя.

#### **Использованные источники:**

1. Акимова, Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования / Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 304 с.
2. Грунтович, Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: Учебное пособие / Н.В. Грунтович. - М.: НИЦ ИНФРА-М: Новое знание, 2013. - 271 с.: ил.; 60x90 1/16.
3. Сибикин, Ю.Д. Безопасность труда при монтаже, обслуживании и ремонте электрооборудования предприятий: Справочник / Ю.Д. Сибикин. - М.: КноРус, 2013. - 288 с.
4. Правила устройства электроустановок. – М.: Деан, 2016. – 704с.