

УДК 621.3

Показатели качества изоляции

Ломец Ю. А.

Научный руководитель – КЛИМКОВИЧ П. И.

Диэлектрическая изоляция – обязательная изолирующая часть любого кабеля, которая не только отделяет проводящие жилы друг от друга, физически изолируя их, но и защищает проводники от пагубного воздействия различных факторов окружающей среды. Таких оболочек у одного кабеля может быть одна или несколько.

Состояние данных оболочек выступает одним из определяющих критериев в плане безопасности как для персонала, так и для работоспособности оборудования. Если по какой-либо причине диэлектрическая изоляция проводников будет нарушена, это станет чревато аварией, поражением людей электрическим током или даже пожаром. А возможных причин нарушения качества изоляции существует масса:

- механическое повреждение во время монтажных, ремонтных или земляных работ;
- повреждение изоляции от действия влаги или температуры;
- недобросовестно выполненное электрическое соединение жил;
- систематическое превышение допустимых для кабеля токовых параметров;
- естественное старение изоляции.

Важно регулярно отслеживать показатели качества изоляции.

Полная замена проводки – это всегда очень материально затратное и трудоемкое действие, не говоря уже о потерях и убытках, которые понесет предприятие от сбоя электроснабжения и от незапланированного простоя оборудования. Что касается больниц и некоторых стратегически важных объектов, то для них нарушение штатного режима электроснабжения вообще недопустимо.

Вот почему гораздо важнее предотвратить проблему, не допуская ухудшения изоляции, вовремя проверив ее качество, и где нужно – оперативно починить, заменить, а не доводить до аварий и их последствий. Для этого проводятся измерения показателей качества изоляции – четырех параметров, о каждом из которых будет рассказано далее.

Хотя вещество изоляции и является фактически диэлектриком, и не должно проводить электрический ток, подобно идеальному плоскому конденсатору, тем не менее, в небольшом количестве свободные заряды внутри него присутствуют. И даже небольшое смещение диполей – тоже обуславливает слабую электропроводность (ток утечки) изоляции.

Кроме того, из-за наличия влаги или грязи, появляется у изоляции и поверхностная электропроводность. А накопление энергии в толще диэлектрика от действия постоянного тока – вовсе представляет изоляцию таким конденсатором небольшой емкости, который словно заряжается через некоторый резистор.

В общем и целом, изоляцию кабеля (или обмотки электрической машины) можно представить как цепь, состоящую из соединенных параллельно трех цепей: емкости C , представляющей геометрическую емкость и обуславливающей поляризацию изоляции по объему, емкости проводников и всего объема диэлектрика с последовательно подключенным сопротивлением абсорбции, как будто конденсатор заряжается через резистор. Наконец – сквозное сопротивление по всему объему изоляции, обуславливающее ток утечки сквозь толщу диэлектрика.

Сопротивление изоляции R_{iso} .

При подаче на обкладки конденсатора постоянного напряжения, сначала возникает импульс зарядного тока, величина которого в первый момент времени зависит только от сопротивления цепи, и лишь после идет заряд абсорбционной емкости (емкости поляризации), при этом ток по экспоненте спадает, и здесь можно экспериментально найти

постоянную времени RC . Так при помощи измерителя параметров изоляции, измеряют сопротивление изоляции R_{iso} .

Измерения ведутся при температуре не ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, так как при более низкой температуре сказывается влияние охлаждающейся и замерзающей влаги, и картина становится далекой от объективности. После снятия испытательного напряжения, заряд «изоляционного конденсатора» начинает спадать, так как происходит диэлектрическое поглощение заряда.

Коэффициент абсорбции DAR.

Степень текущей увлажненности изоляции численно отражается в коэффициенте абсорбции, так как чем более изоляция увлажнена – тем интенсивнее происходит диэлектрическое поглощение заряда внутри нее. По величине коэффициента абсорбции принимают решение о необходимости провести сушку изоляции трансформаторов, двигателей и т. д.

Вычисляют соотношение сопротивлений изоляции через 60 с и через 15 с после начала измерений сопротивления – это и есть коэффициент абсорбции.

Чем больше в изоляции влаги – тем больше ток утечки, тем ниже значение коэффициента абсорбции DAR (Dielectric Absorption Ratio). Во влажной изоляции больше примесей (примеси находятся во влаге), сопротивление из-за примесей уменьшается, потери растут, понижается напряжение теплового пробоя, ускоряется тепловое старение изоляции. Если коэффициент абсорбции менее 1,3 – необходимо изоляцию просушить.

Индекс поляризации PI.

Следующий важный показатель качества изоляции – индекс поляризации. Он отражает подвижность заряженных частиц внутри диэлектрика под действием электрического поля. Чем новее, целее и качественнее изоляция – тем меньше внутри нее, как в диэлектрике, движутся заряженные частицы. Чем выше индекс поляризации – тем старее изоляция.

Для нахождения данного параметра, вычисляется соотношение величин сопротивления изоляции через 10 мин и через 1 мин после начала испытаний. Данный коэффициент (Polarization Index) практически свидетельствует об остаточном ресурсе изоляции как качественного диэлектрика, еще способного выполнять свою функцию. Коэффициент поляризации PI не должен быть меньше 2.

Коэффициент диэлектрического разряда DD.

Данный параметр помогает выявить среди слоев многослойной изоляции дефектный, поврежденный слой. Измерение DD (Dielectric Discharge) производится следующим образом.

Первым делом изоляцию заряжают чтобы измерить ее емкость, после прекращения процесса зарядки, остается ток утечки через диэлектрик. Теперь изоляция разряжается накоротко, и спустя минуту после короткого замыкания, – измеряется остаточный ток разряда диэлектрика в наноамперах. Этот ток в наноамперах делится на напряжение при измерении и на емкость изоляции. Коэффициент DD должен быть меньше 2.