

УДК 621.3

Методы оценки влажности изоляции

Волов Р. А.

Научный руководитель – КЛИМКОВИЧ П. И.

Увлажненность изоляции определяют для выяснения необходимости сушки гигроскопической изоляции электрических машин и трансформаторов. Методы определения степени увлажненности изоляции основываются на физических процессах, которые происходят в изоляции при приложении к ней напряжения.

Рассмотрим основные методы контроля влажности изоляции.

Метод определения увлажнения изоляции через коэффициент абсорбции.

Степень увлажнения изоляции характеризуется коэффициентом абсорбции $K_{\text{абс}}$. Если к диэлектрику приложить постоянное напряжение, то через изоляцию будет протекать ток $I = I_{\text{од}} + I_{\text{абс}} + I_{\text{п}}$. Появление тока абсорбции вызвано явлением дипольной поляризации, изменением диэлектрической проницаемости вещества. При постоянном напряжении он возникает только в начале действия напряжения и при изменениях напряжения, а при переменном он течет постоянно.

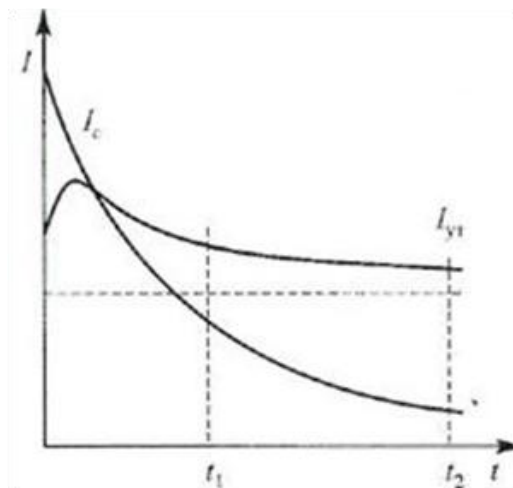


Рисунок 1 – Зависимость составляющих токов через изоляцию в функции времени

Первое измерение тока следует производить в самом начале процесса в момент времени t_1 (рисунок 1), т. к. быстро затухающие составляющие разрядного тока в основном характеризуют состояние изоляции в наиболее ослабленных местах, но не ранее окончания разряда геометрической емкости. Также через некоторое время делается замер в момент времени t_2 .

$$K_{\text{абс}} = \frac{I_{t_2}}{I_{t_1}}.$$

Изоляция считается сухой, если коэффициент абсорбции больше 1,3.

Метод контроля «емкость-частота».

Этот метод основан на том, что при изменении частоты действующего напряжения емкость сухой (неувлажненной) изоляции почти не изменяется, а в увлажненной изоляции процессы поляризации протекают достаточно быстро. Чем больше влажность изоляции, тем

больше относительная диэлектрическая проницаемость ($\varepsilon_{\text{отн}} = 81$). Как известно из физики, емкость вещества определяется выражением:

$$C = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d}.$$

Таким образом следует, что чем выше диэлектрическая проницаемость изоляции тем большая будет емкость данной изоляции. Для сухой изоляции емкость при частоте 2 Гц и 50 Гц приблизительно одинакова. Для увлажненной изоляции достаточно резко проявляется перепад емкости при частоте 2 Гц и 50 Гц.

Влажность изоляции в данном методе оценивается частотным коэффициентом, который определяется выражением:

$$K_f = \frac{C_{f1}}{C_{f2}},$$

где C_{f1} – емкость при меньшей частоте; C_{f2} – емкость при большей частоте.

Изоляция считается сухой, если частотный коэффициент меньше или равен 1,3.

Метод «емкость-температура» (зависимость емкости изоляции от температуры).

Этот метод основан на том, что с ростом температуры объемная проводимость изоляционных материалов увеличивается примерно по экспоненте. Соответственно возрастают диэлектрические потери и величина тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg} \delta$. При нагреве проводимость растет тем сильнее, чем больше увлажнена изоляция (т. к. при этом увеличивается растворимость и степень диссоциации различных примесей во влаге). Поэтому если изоляция имеет увлажненный слой, то с ростом температуры различие в проводимостях слоев увеличивается и изоляция становится еще более неоднородной. Также увеличивается емкость абсорбции $C_{\text{абс}}$, а постоянная времени T снижается, т. к. сопротивление утечки слоев уменьшается. В результате увеличивается и эквивалентная емкость всей изоляции. Проще говоря, с ростом температуры проводимость увлажненного слоя увеличивается сильнее, чем неувлажненного. Большая часть приложенного напряжения приходится на неувлажненный слой и емкость изоляции возрастает.

Оценить степень увлажненности изоляции можно по зависимости емкости изоляции от температуры. Опытным путем установлено, что увеличение емкости на 30–49 % при повышении температуры от 20 до 70 °С является признаком недопустимо сильного увлажнения изоляции.

Влажность изоляции в данном методе оценивается температурным коэффициентом, который определяется выражением:

$$K_t = \frac{C_{70}}{C_{20}},$$

где C_{70} – емкость испытуемого материала при температуре 70 °С; C_{20} – емкость испытуемого материала при температуре 20 °С.

Изоляция считается сухой, если температурный коэффициент больше или равен 1,3.

Метод «емкость-время».

Этот метод основан на раздельном измерении геометрической емкости $C_{\bar{A}}$ и абсорбционной емкости $C_{\text{абс}}$.

Влажность изоляции в данном методе оценивается коэффициентом отношения емкостей, который определяется выражением:

$$K_t = \frac{C_{\text{абс}}}{C_{\bar{A}}}.$$

Коэффициент отношения емкостей K_t увеличивается с увеличением увлажнения изоляции.

Литература

1. Веников, В. А. Электрические системы / В. А. Веников. – М. : Высш. школа, 1971. – 215 с.
2. Холодный, С. Д. Методы испытания и диагностики кабелей и проводов / С. Д. Холодный. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 200 с.
3. Казарновский Д. М. Испытание электроизоляционных материалов и изделий / Д. М. Казарновский. – Л. : Энергия, 1980. – 216 с.
4. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины / А. В. Иванов-Смоленский. – М. : Энергия, 1980. – 928 с.