

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ГРЕБЧЕНКО Н.В., СИДОРЕНКО А.А.**

**МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ  
ИЗОЛЯЦИИ ПИТАЮЩЕГО КАБЕЛЯ И ОБМОТОК СТАТОРА В  
РАБОЧИХ РЕЖИМАХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

**ДОНЕЦК 2009**

## 1. Общие положения

Значительная доля повреждений электродвигателей (ЭД) напряжением 0,4 и 6-10 кВ происходит в результате постепенного развития локальных дефектов изоляции обмоток статора. В связи с этим, выявление дефектов на ранней стадии развития позволит своевременно выполнять профилактические и восстановительные работы. Благодаря этому становится возможным предотвращение повреждений ЭД и обеспечение устойчивой работы различных технологических процессов, в которых используются ЭД.

Выявление дефектов изоляции на ранней стадии возможно только при применении непрерывного контроля состояния изоляции, т.е. в рабочих режимах работы ЭД. Для существенного сокращения времени выполнения восстановительных работ необходимо не только выявление опасных дефектов, но и определение их параметров, т.е. места возникновения  $I_{ДЕФ}$  и степени развития (величина комплексного переходного сопротивления дефекта  $Z_{ДЕФ}$ ).

Предлагаемая методика основана на непрерывном определении векторов трех токов фаз контролируемого присоединения кабель-двигатель и напряжений трех фаз по отношению к земле, которые получаются в результате измерения и обработки мгновенных значений соответствующих токов и напряжений.

Выявление локальных дефектов может быть организовано одновременно на нескольких (всех) присоединениях, подключенных к секции сборных шин 0,4 или 6-10 кВ.

## 2. Технические средства для организации непрерывного контроля изоляции присоединений кабель-двигатель

Для определения векторов токов и напряжений выполняется монтаж и подключение к соответствующим цепям тока и напряжения устройства аналого-цифрового преобразования (например, на основе платы L-154 или подобной, которая встраивается в персональный компьютер).

### 3. Оценка состояния изоляции и определение параметров локальных дефектов изоляции

3.1. Предварительная оценка состояния изоляции выполняется по величине тока нулевой последовательности присоединения, для которого проводится оценка.

$$R_{def} = \frac{U_f}{3I_0} \sqrt{1 + \left( \frac{C}{C_\Sigma} \right)^2}, \quad (1)$$

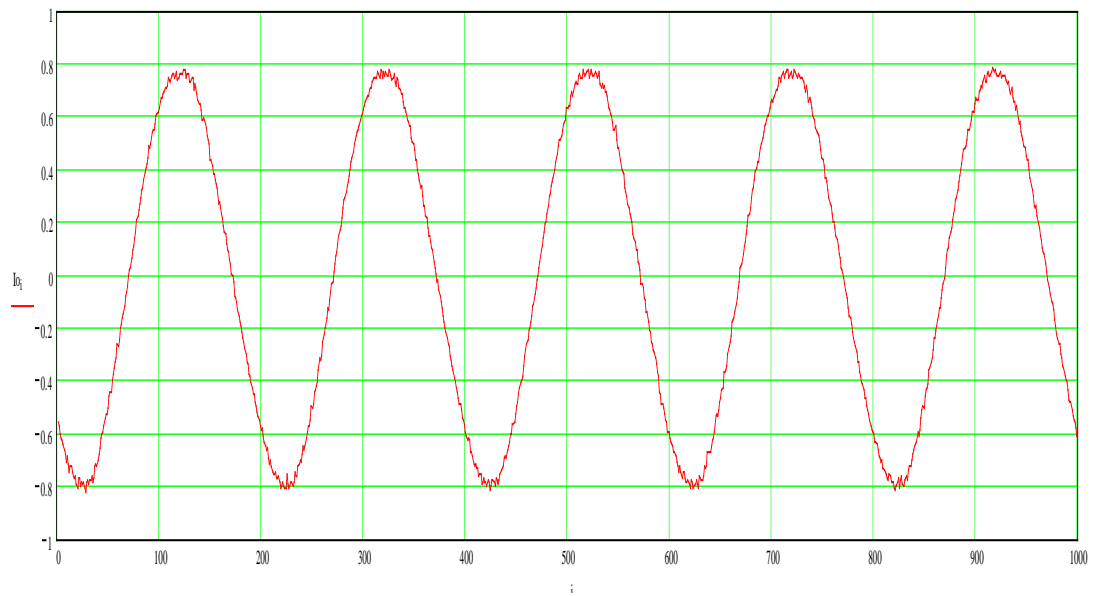
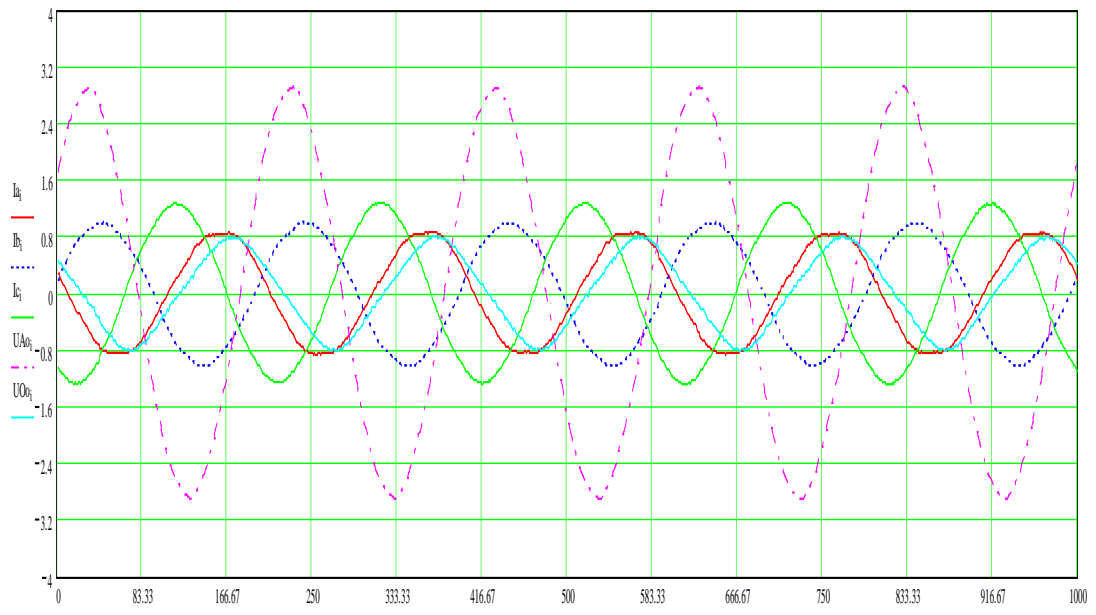
где  $U_f$  - номинальное фазное напряжение, В;  $3I_0$  – измеренный ток нулевой последовательности присоединения, А;  $C$  – собственная емкость присоединения, Ф;  $C_\Sigma$  - суммарная емкость всех электрически связанных присоединений, Ф.

Это выражение дает достаточно высокую точность расчета  $R_{ДЕФ}$  при  $R_{ДЕФ} > 20$  кОм и  $C_\Sigma > 1$  мкФ (погрешность 2-3 %).

Полученное значение сравнивается с допустимым или предыдущим значением, полученным для этого присоединения. По результатам сравнения принимается решение о возможности дальнейшей эксплуатации данного присоединения или об отыскании места возникновения дефекта изоляции и выводе из работы для проведения восстановительных работ.

3.2. Выполняется определение векторов токов и напряжений.

3.3. Определяются параметры дефекта изоляции  $l_{ДЕФ}$  и степень его развития (величина комплексного переходного сопротивления дефекта  $Z_{ДЕФ}$ ).



$$I_{a2} = 0.25$$

$$I_{a1} = 0.74$$

$$I_A = \frac{I_{a2} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002) - I_{a1}}{\sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002)} + i \cdot I_{a2}$$

$$I_A = -0.91487 + 0.25i$$

$$I_{Am} = \frac{\sqrt{(\operatorname{Re}(I_A))^2 + (\operatorname{Im}(I_A))^2}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{Am} = 0.67063$$

$$I_{b2} = 0.2575$$

$$I_{b1} = -0.375$$

$$I_B = \frac{I_{b2} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002) - I_{b1}}{\sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002)} + i \cdot I_{b2}$$

$$I_B = 0.99241 + 0.2575i$$

$$I_{Bm} = \frac{\sqrt{(\operatorname{Re}(I_B))^2 + (\operatorname{Im}(I_B))^2}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{Bm} = 0.72497$$

$$I_{c2} = -1.09$$

$$I_{c1} = -0.5775$$

$$I_C = \frac{I_{c2} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002) - I_{c1}}{\sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002)} + i \cdot I_{c2}$$

$$I_C = -0.51775 - 1.09i$$

$$I_{Cm} = \frac{\sqrt{(\operatorname{Re}(I_C))^2 + (\operatorname{Im}(I_C))^2}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{Cm} = 0.85328$$

$$I_2 = 0.333(I_A + a^2 \cdot I_B + a \cdot I_C) \quad I_2 = 0.00492 - 0.21365i$$

$$I_{2m} = \sqrt{(\operatorname{Re}(I_2))^2 + (\operatorname{Im}(I_2))^2}$$

$$I_{2m} = 0.21371$$

$$I_1 = 0.333(I_A + a \cdot I_B + a^2 \cdot I_C) \quad I_1 = -0.77228 + 0.65737i$$

$$I_{1m} = \sqrt{(\operatorname{Re}(I_1))^2 + (\operatorname{Im}(I_1))^2} \quad I_{1m} = 1.01418$$

$$I_0 = 0.333(I_A + I_B + I_C) \quad I_0 = -0.14659 - 0.19397i$$

$$I_{0m} = \sqrt{(\operatorname{Re}(I_0))^2 + (\operatorname{Im}(I_0))^2} \quad I_{0m} = 0.24313$$

$$I_1 + I_2 + I_0 = -0.91395 + 0.24975i$$

$$U_{Ao2} = 1.8525 \quad U_{Ao1} = 0.1475$$

$$U_{Ao} = \frac{U_{Ao2} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002) - U_{Ao1}}{\sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002)} + i \cdot U_{Ao2} \quad U_{Ao} = 2.29881 + 1.8525i$$

$$U_{Aom} = \frac{\sqrt{(\operatorname{Re}(U_{Ao}))^2 + (\operatorname{Im}(U_{Ao}))^2}}{\sqrt{2}} \quad U_{Aom} = 2.08761$$

$$U_{Oo2} = 0.4225 \quad U_{Oo1} = 0.755$$

$$U_{Oo} = \frac{U_{Oo2} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002) - U_{Oo1}}{\sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002)} + i \cdot U_{Oo2}$$

$$U_{Oo} = -0.70296 + 0.4225i \quad U_{Oom} = \frac{\sqrt{(\operatorname{Re}(U_{Oo}))^2 + (\operatorname{Im}(U_{Oo}))^2}}{\sqrt{2}}$$

$$Z_c = \frac{(-U_{Ao} \cdot 60 + U_{Oo} \cdot 60)}{(I_A \cdot 0.5 - 3 \cdot 0.5 \cdot I_0)} \quad U_{Oom} = 0.57994$$

$$Z_d = 200$$

$$b = \frac{-U_{Ao} \cdot 60 - U_{Oo} \cdot 60 + I_A \cdot 0.5 \cdot Z_c - 3 \cdot I_0 \cdot 0.5 \cdot Z_c - 2 \cdot 0.5 \cdot 3 \cdot I_0 \cdot Z_d}{Z_c \cdot (2 \cdot 0.5 \cdot I_A - 3 \cdot 0.5 \cdot I_0)}$$

$$b = 0.55787 - 0.18598i$$