

Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет»

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
СИНХРОННЫХ МАШИН ПО ДАННЫМ ОПЫТОВ ВНЕЗАПНОГО ТРЕХФАЗНОГО  
КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ**

**Введение.** Проведение опытов внезапного трехфазного короткого замыкания (ВКЗ) рекомендуется для экспериментального определения синхронного, переходного и сверхпереходного индуктивных сопротивлений по продольной оси ротора синхронных машин (СМ), а также соответствующих постоянных времени. Процедура нахождения значений указанных параметров регламентирована рядом документов: рекомендациями международной электротехнической комиссии IEC 34-4 [1], стандартом США IEEE 115 и действующим в Украине отраслевым стандартом ГОСТ 10169-77 «Машины электрические синхронные трехфазные. Методы испытаний» [2]. Однако найденные по стандартной методике из опытов ВКЗ значения электромагнитных параметров (ЭМП) имеют существенный разброс даже при обработке исходных данных с помощью ЭВМ. Анализ показал, что причинами разброса ЭМП являются допущения, положенные в основу математической модели опыта ВКЗ стандартной методики: пренебрежение медленным вращением аperiodической составляющей тока и учет второй гармоники тока ВКЗ. В связи с этим задача повышения точности экспериментального определения ЭМП и частотных характеристик (ЧХ) проводимости со стороны обмотки статора СМ по данным опытов ВКЗ на выводах СМ является актуальной.

**Цель работы.** Повышение точности экспериментального определения ЧХ проводимости со стороны обмотки статора СМ по данным измерения параметров переходного режима при ВКЗ на выводах СМ.

**Материалы и результаты исследований.** Этапы исследования заключаются в следующей последовательности определения ЭМП: выбор математической модели процесса ВКЗ; разработка алгоритма нахождения параметров; проведение идеализированного эксперимента, направленного на расчет изменения тока при ВКЗ по заданным ЭМП СМ и обратное их определение по результатам расчета переходного процесса; сопоставительный анализ исходных и полученных в результате идеализированного эксперимента ЭМП.

Выбор математической модели для определения ЭМП и ЧХ с учетом многоконтурности ротора дан в [2]. В соответствии с пунктом 25.1 ГОСТ –10169-77 параметры машины по продольной оси следует определять по переходной функции, представляющей изменение огибающей периодического тока якоря в опыте ВКЗ. Представляя периодическую составляющую тока суммой экспонент, закон ее изменения во времени может быть описан функцией вида

$$i_{\text{пер}}(t) = I_{d\infty} + \sum_{k=1}^n I_d^k e^{-t/T_d^k}, \quad (1)$$

где  $I_{d\infty}$  - установившееся значение тока ВКЗ;  $I_d^k$ ,  $T_d^k$  - начальное значение и постоянная времени затухания  $k$ -ой экспоненциальной составляющей периодического тока;  $n$  - количество экспонент.

В соответствии со стандартной методикой переходной функции (1) соответствуют следующие выражения для определения ЧХ проводимости со стороны обмотки статора по продольной оси ротора  $y_d(j\omega)$ :

$$y_d(j\omega) = \frac{1}{x_d(j\omega)} = I_{d\infty} + \sum_{k=1}^n I_d^k \frac{j\omega}{j\omega + \alpha_d^k} \quad (2)$$

где  $\alpha_d^k$  - коэффициент затухания  $k$ -той экспоненциальной составляющей:  $\alpha_d^k = \frac{1}{\omega \cdot T_d^k}$ .

Несоответствие алгоритма определения ЭМП по ГОСТ 10169-77 точной математической модели опыта ВКЗ объясняется тем, что модульные значения составляющих периодического тока  $I_d^k$  соответствуют  $s=-1$ , а в стандартной методике принимаются как для  $s=\infty$ .

Для исключения систематической ошибки получены аналитические выражения, на основании которых начальные значения составляющих  $I_d^k$ , соответствующие  $s=-1$  пересчитываются к скольжению  $s=\infty$ .

**Выводы.** На основании аналитического описания изменения обобщенного вектора тока статора при трехфазном коротком замыкании на выводах синхронных машин предложен новый подход к экспериментальному определению частотных характеристик проводимостей со стороны обмотки статора, позволяющий уточнить стандартную методику, рекомендуемую ГОСТ 10169-77.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. International Electrotechnical Commission (IEC) Standard. Rotating Electrical Machines. Part 4: Methods for determining synchronous machines quantities from tests. Publication 34-4. Geneva, 1985. – 175 p.
2. ГОСТ 10169-77. Машины электрические синхронные трехфазные. Методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 78 с.