

5. GAMBICA/REMA Technical Guide. Variable speed drives and motors. Motor insulation voltage stresses under PWM inverter operation. Technical report No 1, 3rd Edition. – 27 pages.
6. Mark Fenger, Steven R. Campbell, & Jan Pedersen. Motor winding problems caused by Inverter Drives // IEEE Industry Applications Magazine, July/August 2003, pages (22–31).
7. Electrical Aging of the Insulation of Low-Voltage Machines: Model Definition and Test With the Design of Experiments. Nadine Lahoud, Jerome Faucher, David Malec, and Pascal Maussion. IEEE Transactions on Industrial Electronics 60(9):4147-4155 (2013).
8. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 816 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКОВ ТОКА

Пашковский В.В., Федянин А.Л., Каранкевич А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В данной статье будет рассмотрено влияние изменения температуры на выходные параметры датчиков тока. Данные датчики тока будут применяться в системе мониторинга параметров двигателя.

Для получения необходимых данных была применена методика, которую можно представить в виде блок-схемы, изображенной на рис. 1.

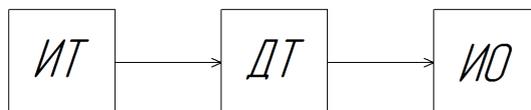


Рис. 1. Блок-схема испытательной установки

Данная испытательная установка содержит следующие элементы:

ИТ – источник тока регулируемый позволяет получать значения тока в пределах от 0 до 25 А.

ДТ – датчик тока (на номинальный ток 10А), представленный в виде трансформатора тока. ИО – измерительный орган представляет собой 2 устройства:

1. Устройство для мониторинга двигателя УМЗ (погрешность не более 5%) [1], позволяющее отслеживать значение тока измеряемого датчиком тока.
2. Мультиметр MS8265 (точность $\pm(0,5\%)$) [2], для измерения напряжения на выходе датчика.

Датчик тока на основе трансформатора тока.

Исследуемый датчик тока представляет собой трансформатор тока, намотанный из ленты электротехнической стали толщиной 0,1 мм и марки 3406(3409).

Трансформатор тока (ТТ) представляет собой аппарат предназначенный для преобразования первичного тока в величину, удобную для измерения [3]. Простейший трансформатор тока имеет вид, представленный на рис. 2.

Трансформаторы тока для измерений предназначаются для передачи информации измерительным приборам. Ко вторичной обмотке ТТ для измерений подключаются амперметры, токовые обмотки ваттметров, счетчиков и аналогичных приборов. Таким образом, трансформатор тока для измерений обеспечивает:

1. преобразование переменного тока любого значения в переменный ток, приемлемый для непосредственного измерения с помощью стандартных измерительных приборов;
2. изолирование измерительных приборов, к которым имеет доступ обслуживающий персонал, от цепи высокого напряжения [4].

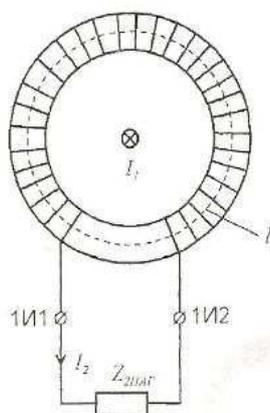


Рис. 2. Простейший трансформатор тока

Проведение испытаний.

Суть исследования состояла в том что бы снять характеристики датчика тока при температуре $-40, +20, +60^{\circ}\text{C}$, в диапазоне токов от 0 до 100А.

Для имитации протекания большого тока первичная обмотка датчика тока была доработана следующим образом: в данной модификации число витков первичной обмотки было изменено с одного до семи (рис. 3). Для имитации возможных эксплуатационных условий была использована температурная камера. Температурная камера позволяет изменять температуру в диапазоне от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

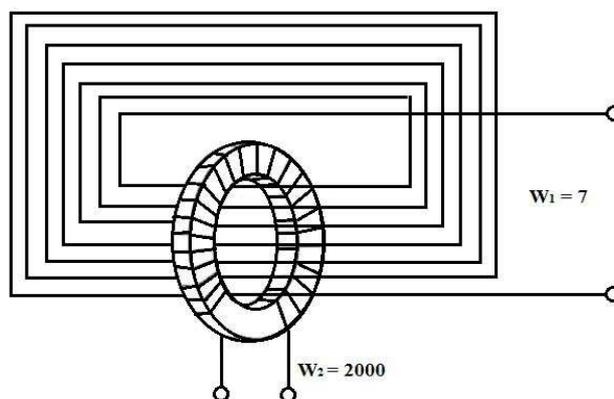


Рис. 3. Модифицированный датчик тока

В ходе проведения испытаний были построены следующие зависимости:

- зависимость выходного напряжения датчика от тока первичной обмотки ($U_{\text{д}}(I_1)$) рис.4;
- зависимость измеренного тока от тока первичной обмотки датчика ($I_{\text{изм}}(I_1)$) рис. 5;
- зависимость измеренного тока от отклонения тока ($I_{\text{изм}}(\Delta)$) рис.6.

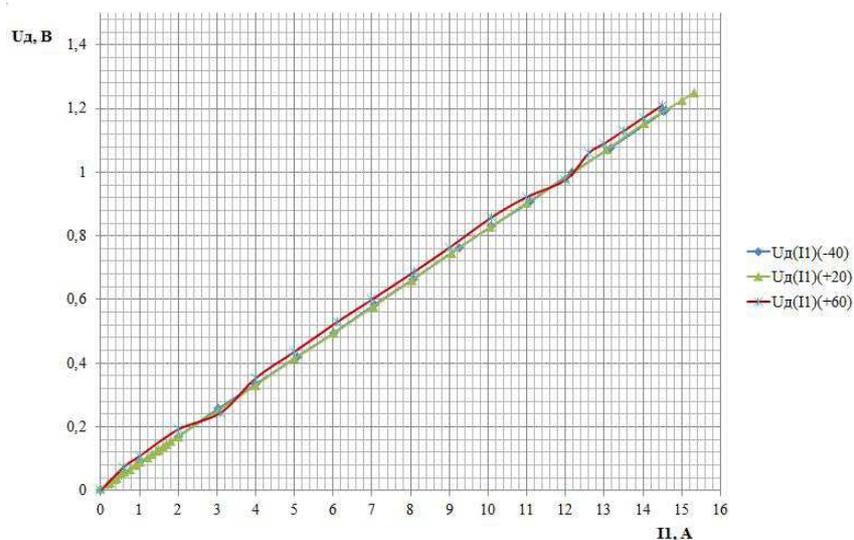


Рис. 4. Зависимость выходного напряжения датчика от тока первичной обмотки

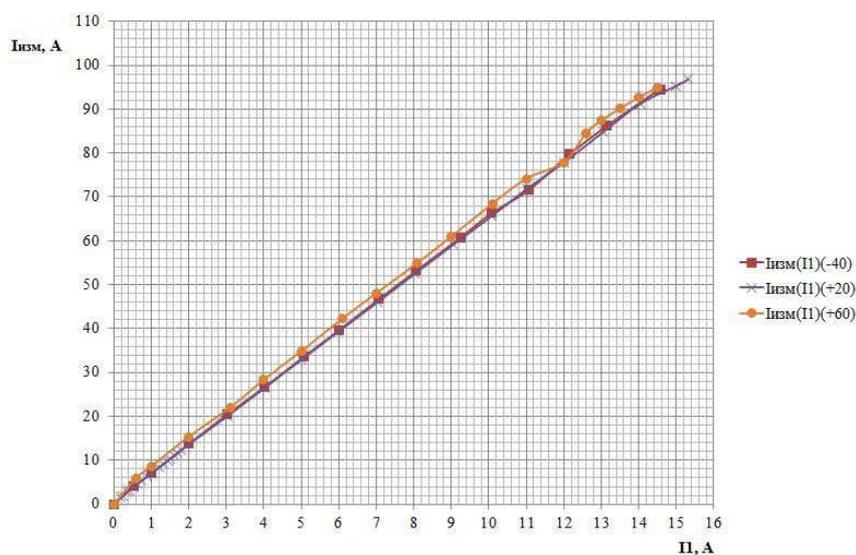


Рис. 5. Зависимость измеренного тока от тока первичной обмотки датчика

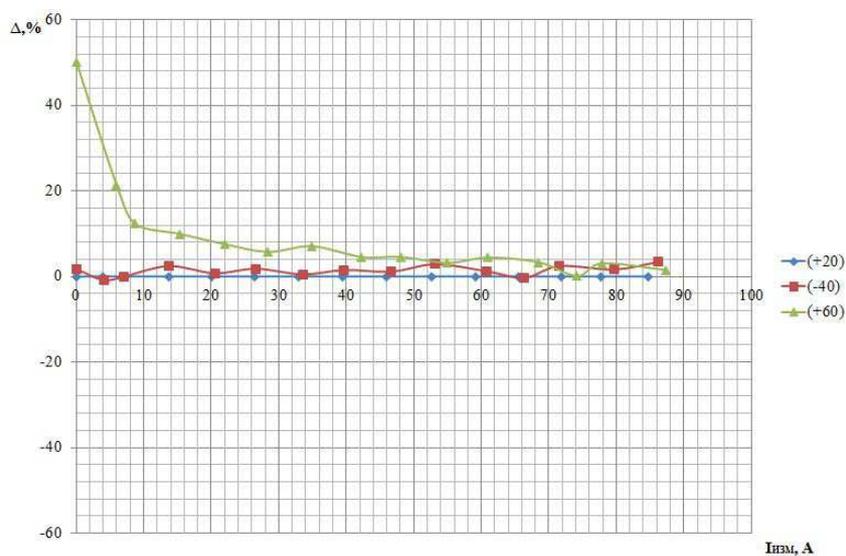


Рис. 6. Температурная зависимость измеренного тока от отклонения тока

Из полученных зависимостей можно сделать вывод, что:

- при температуре +60°C на малых токах наблюдается большое отклонение тока, это обусловлено нелинейностью датчика;
- при температуре – 40°C существенных отклонений не наблюдается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство мониторинга и защиты УМЗ., Паспорт – Томск 2013.
2. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://mastech.ru/catalog/mult/ms8265.html>, свободный.
3. М.Бачурин Н.И. Трансформаторы тока. Расчеты и конструкции. М-Л.: Энергия, 1964. - 376 с.
4. Афанасьев В.В., Адоньев Н.М., Кибель В.М., и др. Трансформаторы тока / - 2-е изд., перераб. И доп. – Л.: Энергоатомизат. Ленинград. Отд-ние, 1989. – 416с.:ил.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Мирзаянов Р.Р., Вавилов В.Е., Габдрахманова А. А.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Важной задачей при проектировании электромеханических преобразователей энергии в целом, и синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) в частности является автоматизация процесса проектирования, что позволит в максимально короткие сроки рассмотреть множество проектных вариантов и выбрать из них оптимальный [1, 2].

В данной работе авторами рассматривается разработка автоматизированного алгоритма проектирования СДПМ. При этом при проектных расчетах считаются заданными частота вращения ротора, максимальная линейная скорость, номинальное напряжение и мощность СДПМ, $\cos \varphi$, а также свойства постоянных магнитов (остаточная индукция B_r и коэрцитивная сила H_c). Также считаются заданными способ системы охлаждения СДПМ, режим работы при определенной температуре окружающей среды.

Задачей проектного расчета является определение основных геометрических размеров СДПМ, электромагнитных и тепловых нагрузок, а также его массовых характеристик. Исходя из исходных данных, определяются основные размеры СДПМ [3]:

$$V_M = 0,2 \frac{k_\phi k_{ad} (1 + \varepsilon)}{\xi f_1 B_r H_c},$$

где V_M - объем постоянных магнитов; ε - степень возбужденности двигателя; ξ - коэффициент использования постоянных магнитов; f_1 - частота сети; B_r - остаточная индукция в магните; H_c - коэрцитивная сила в магните.

$$D_M = 1,083 \sqrt{\frac{V_M}{k_{3.M} \lambda_M}},$$

где D_M - диаметр магнита; $k_{3.M}$ - коэффициент заполнения магнитом; λ_M - отношение длины магнита к его диаметру.