

Н.А. ОСТАШЕВСКИЙ, проф., канд.тех.наук,

А.В. ЕГОРОВ, НТУ “ХПИ”

В.П. ШАЙДА, доц., канд.тех.наук

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СТАТОРА ЗАЩИЩЕННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Основная задача теплового расчета электрической машины состоит в определении распределения температуры в её объеме.

Наибольшее распространение для теплового расчета электрических машин в стационарных и нестационарных режимах получил метод эквивалентных тепловых схем. Именно этот метод используется для теплового расчета защищенного двигателя постоянного тока средней мощности.

Многочисленные экспериментальные исследования позволили установить, что в защищенных двигателях нагрев полюсов не влияет на температуру якоря [1]. Тепловой расчет статора двигателя проведем, используя универсальные ЭТС [1].

ЭТС главных полюсов

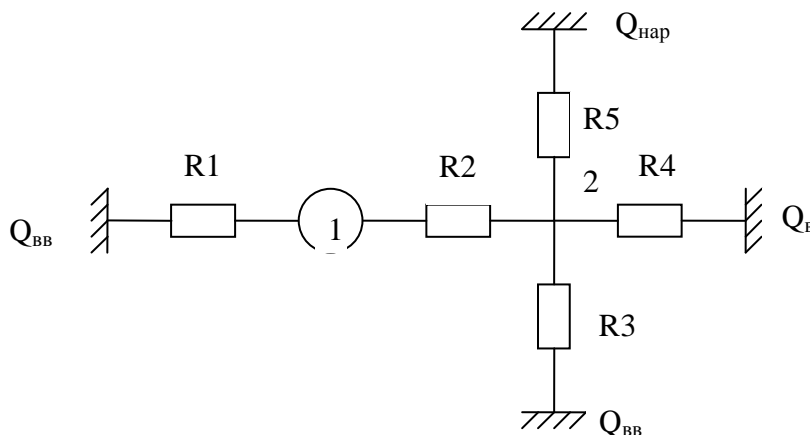


Рис. ЭТС главных полюсов.

ЭТС содержит 2 узла: узел 1- обмотка возбуждения; узел 2- сердечник главного полюса; R_1 – сопротивление от обмотки возбуждения к внутреннему воздуху; R_2 – сопротивление от обмотки возбуждения к сердечнику главного полюса; R_3 – сопротивление от сердечника полюса через наконечник к внутреннему воздуху; R_4 – сопротивление от сердечника полюса к внутреннему; R_5 – сопротивление от сердечника полюса к наружному.

На основании ЭТС главных полюсов составлены уравнения теплового баланса, при этом тепловые сопротивления заменены на тепловые проводимости.

$$(A) \begin{cases} \Theta_1 \cdot (\Lambda_1 + \Lambda_2) - \Theta_2 \cdot \Lambda_2 = p_1 + \Theta_{\text{вв}} \cdot \Lambda_1 \\ -\Theta_1 \cdot \Lambda_2 + \Theta_2 \cdot (\Lambda_2 + \Lambda_3 + \Lambda_4 + \Lambda_5) = \Theta_{\text{вв}} \cdot \Lambda_3 + \Theta_{\text{вв}} \cdot \Lambda_4 + \Theta_{\text{нар}} \cdot \Lambda_5 \end{cases}$$

Где: Θ_1, Θ_2 температуры обмотки возбуждения и сердечника главного полюса соответственно; p_1 потери в обмотке возбуждения на один полюс; $\Theta_{\text{нар}}$ принята равной 40°C ; $\Theta_{\text{вв}}$ определяется $\Theta_{\text{нар}}$, суммой греющих потерь двигателя и расходом охлаждающего воздуха.

Система уравнений А есть математическая модель теплового состояния главных полюсов и решается любым удобным способом.

ЭТС дополнительных полюсов

ЭТС дополнительных полюсов подобна ЭТС главных полюсов предоставленной на рис., распределение тепловых протоков также подобно, но качественный состав сопротивлений отличается, что обусловлено иным конструктивным исполнением. В частности: обмотка дополнительных полюсов выполнена из голой шинной меди гнутой на ребро; изоляция отсутствует; между катушкой и сердечником дополнительного полюса обязателен воздушный зазор.

На основании ЭТС дополнительных полюсов составлены уравнения теплового баланса образующие систему Б, которая по форме совпадает с системой А для главных полюсов. Системы А и Б образуют математическую модель теплового состояния статора защищенного двигателя постоянного тока. Полученная математическая модель тестирована на примере расчета двигателя постоянного тока [4] номинальными данными: $P_{2\text{ном}} = 75 \text{ кВт}$; $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$; $n_{\text{ном}} = 1000 \text{ об/мин}$. Исполнение: IP22, IC01. Режим- S1.

При расчете температур обмоток возбуждения и дополнительных полюсов на основе предложенной математической модели теплового состояния статора получено: $\Theta_{\text{ов}} = 102,4^\circ$, $\Theta_{\text{дп}} = 115,1^\circ$

По данным теплового расчета двигателя в [4]: $\Theta_{\text{ов}} = 115,2^\circ$, $\Theta_{\text{ов}} = 119,6^\circ$

В обоих случаях $\Theta_{\text{нар}} = 40^\circ$, $\Theta_{\text{вв}} = 52,6^\circ$

Список литературы: 1. Борисенко А.И., Костиков О. Н., Яковлев А.И. Охлаждение промышленных электрических машин – М.: Энергоатомиздат 1983.- 296 с. 2. Борисенко А.И., Данько В.Г., Яковлев А.И. Аэродинамика и теплопередача в электрических машинах – М.: Энергия 1974.- 560 с. 3. Сипайлов Г.А., Санников Д.И., Жадан В.А., Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах – М.: Высшая школа 1989.- 239 с. 4. Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С., Проектирование электрических машин – М.: Высшая школа 1984.-431 с.