

УДК 621.313.29-83

В. В. Булгар, А. В. Яковлев, кандидаты техн. наук,
А. Д. Ивлев

К ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ДИСКОВЫМ РОТОРОМ

Аннотация. На основании анализа конструктивных особенностей двигателей постоянного тока с дисковым ротором и с учетом общепринятых допущений разработана тепловая эквивалентная схема электрических машин такого типа, позволяющая определить температуру характерных точек.

В. В. Булгар, О. В. Яковлев, кандидаты техн. наук,
Д. А. Ивлев

ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ДИСКОВИМ РОТОРОМ

Анотація. На підставі аналізу конструктивних особливостей двигунів постійного струму з дисковим ротором і з урахуванням загальноприйнятих припущень розроблена теплова еквівалентна схема електричних машин такого класу, яка дозволяє визначити температуру окремих вузлів.

V. V. Bulgar, A. V. Jakovlev, PhD,
D. A. Ivlev

TO STUDY THE THERMAL PROPERTIES DC MOTORS WITH DISC ROTOR

Abstract. Based on the DC motors with disk rotor design features analysis and taking into account of generally accepted assumptions developed by the thermal equivalent circuit of the electric machines of the type that allows you to determine the temperature characteristic points.

Перспективным направлением в электромеханике является создание электротехнических устройств на базе двигателей постоянного тока с дисковым ротором (ДПТДР). Однако, если электромеханические характеристики таких двигателей исследуются и результаты этих исследований освещались в научных изданиях [1], то исследование тепловых возможностей требует внимания.

В этой работе излагаются результаты первоначальных экспериментальных и расчетных исследований тепловых свойств ДПТДР.

Для измерения температуры обмоток возбуждения и якоря электрической машины с кольцевым статором (ЭМКС) применен метод непосредственного измерения при помощи встроенных термопреобразователей. Экспериментальные измерения температуры обмотки возбуждения, секции обмотки якоря и паза статора ЭМКС были проведены при пуске двигателя до выхода его в установившийся тепловой режим.

Наиболее целесообразным методом исследования тепловых режимов электрических машин на стадии их разработки и проектирования является метод эквивалентных тепловых схем (ЭТС) [2,3].

Рассмотрим конструктивную схему и, учитывая симметричность конструкции, выделим в нем (см. рис. 1) элементы с условно одинаковыми температурами каждого из них (на рисунке не показан коллектор).

К неподвижным боковым дискам 1 корпуса крепятся Г-образные зубцы, на которые укладываются обмотка возбуждения (ОВ) и секции 4 обмотки якоря (ОЯ). На валу двигателя расположен дисковый ротор

5, составленный из нескольких чередующихся пар секторного вида (сталь – постоянный магнит или сталь – воздух). К торцу диска ротора прикреплены лопасти вентилятора 6 (на рисунке показаны пунктиром). Зазор между торцами зубцов и плоскостью вращения ротора составляет 1,5 мм. Боковые диски двигателя соединены между собой металлическими стержнями 7 прямоугольного сечения, которые одновременно крепятся и к верхней аксиальной плоскости зубца.

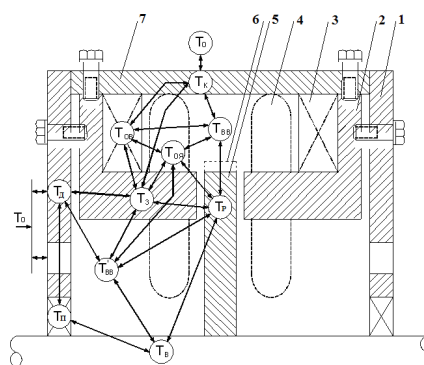


Рис.1. Конструктивная схема ДПТДР

На рис. 1 показаны: T_0 – температура окружающей среды; T_3 – температура зубца; T_{OB} – температура обмотки возбуждения; $T_{OЯ}$ – температура обмотки якоря; T_K – температура полос цилиндрической части корпуса; T_P – температура ротора; $T_{вв}$ – температура входящего воздуха; $T_{вы}$ – температура выходящего

охлажденного воздуха; T_v – температура вала; T_n – температура подшипников; T_d – температура дисковой части корпуса.

Для упрощения задачи по определению температуры воспользуемся общепринятыми допущениями [3]. Эквивалентная тепловая схема, составленная с учетом таких допущения и упрощений, приведена на рис. 2.

На рис.2 показаны тепловые проводимости: $\lambda_{ов}$ – между обмоткой возбуждения и зубцом (в радиальном и аксиальном направлении); $\lambda_{ов,к}$ – между обмоткой возбуждения и корпусом (в радиальном направлении); $\lambda_{ов,о}$ – между обмоткой возбуждения и окружающей средой (между планками цилиндрической части корпуса); $\lambda_{ов,вв}$ – между обмоткой возбуждения и охлаждающим внутренним воздухом; $\lambda_{к,з}$ – между дисковой частью корпуса и зубцом (в аксиальном направлении); $\lambda_{к,о}$ – между корпусом и окружающей средой; $\lambda_{вв,з}$ – между зубцом и охлаждающим воздухом (внутри двигателя); $\lambda_{оя,з}$ – между обмоткой якоря и зубцом; $\lambda_{оя,вв}$ – между обмоткой якоря и охлаждающим (внутренним) воздухом; $\lambda_{р,з}$ – между ротором и зубцом; $\lambda_{р,вв}$ – между ротором и охлаждающим (внутренним) воздухом; $\lambda_{вв,о}$ – между промежутками в цилиндрической части корпуса и охлаждающим внутренним воздухом.

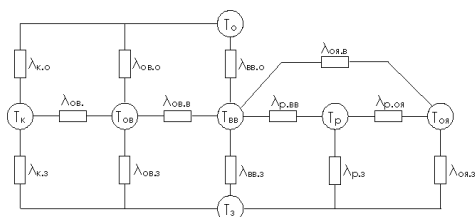


Рис.2. Тепловая эквивалентная схема замещения

По параметрам элементов ДПТДР необходимо рассчитать проводимости и ввести их в систему уравнений, составленных для схемы рис.3. Решив эту систему можно найти превышения температур элементов двигателя над температурой окружающей среды.

Результаты экспериментальных и предварительных расчетных исследований при параметрах режима работы электрической машины:

ток обмотки возбуждения $I_{ов} = 4,6$ А;

ток якоря $I_{оя} = 18$ А;

Для установившегося режима работы двигателя при скорости вращения ротора $n = 450$ об/мин получены результаты измерения температуры элементов двигателя, приведенные в таблице.

Результаты измерения температуры элементов двигателя

Обмотка возбуждения	эксперимент	56,5 °С
	расчет	52,8 °С
Обмотка якоря	эксперимент	50,1 °С
	расчет	56,2 °С

Расчет перегрева обмоток якоря и возбуждения при $I_{оя} = 40$ А, $I_{ов} = 4,3$ А и $n = 450$ об/мин дал результаты: перегрев обмоток якоря 78°С, а обмоток возбуждения – 53°С.

Таким образом, результаты экспериментальных и теоретических исследований тепловых свойств двигателей с дисковым ротором подтверждают конструктивную возможность такого расположения обмоток, которая обеспечивает допустимый для изоляции класса В перегрев при номинальном режиме работы.

Список использованной литературы

1. Булгар В.В. Применение двигателей постоянного тока с безобмоточным ротором в низкоскоростных безредукторных электроприводах. / В.В Булгар, Д.А Ивлев. / Труды ОНПУ. Научный и производственно-практический сборник. Одесса: – 2010. – Вып. 1(33)–2(34). – С. 99-104.
2. Пат. № 78249С2. Украина МПК (2006), НО2К 29/06. Безконтактный двигун постійного струму з дисковим ротором / В.В. Булгар, В.В. Гололобов, А.Д. Івлєв, О.В. Яковлєв. – 2007. Бюл. № 3.
3. Игнатов В.А. Торцевые асинхронные электродвигатели интегрального изготовления / В.А Игнатов, К.Я Вильданов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
4. Проектирование электрических машин: Учеб. Пособие для вузов / И.П. Копылов, Ф.А. Горяинов, Б.К. Клонов и др.; Под. Ред И.П. Копылова. – М.: Энергия, 1980. – 496 с.

Получено 12.07.2011



Булгар Виктор Васильевич, канд. техн. наук, проф. каф. электромеханич. систем с компьют. Управл. Одесск. нац. политехн. ун-та тел. 067-485-71-98



Яковлев Александр Владимирович, канд. техн. наук, доц. каф. теоретич. основ и общ. эл. техники Одесск. нац. политехн. ун-та



Ивлев Дмитрий Анатольевич, ст. преп. каф. теоретич. основ и общ. эл. техники Одесск. нац. политехн. ун-та, тел. 096-765-54-69