

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОТДАЧИ ЗАЩИЩЕННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

**Егоров А.В., студент; Осташевский Н.А., проф., к.т.н. ; В.П. Шайда, доц.,
к.т.н.**

*(Национальный Технический Университет Харьковский Политехнический Институт,
г. Харьков, Украина)*

Тепловой расчет электрических машин чаще всего проводят по методу эквивалентных тепловых схем (ЭТС). Для ДПТ исполнения IP22, IC01 тепловой расчет статора и якоря проводят по раздельным ЭТС, с учетом отсутствия тепловой связи между ними [1], [2], [3], рассмотрим следующие коэффициенты теплоотдачи (КТО):

1. КТО свободной поверхности пазов якоря и коронок зубцов якоря. Эти КТО весьма близки, поэтому будем использовать средний КТО, обозначаемый α_δ .

$$\alpha_\delta = 12,5 \cdot V_a^{0,66}, \text{ где } V_a - \text{окружная скорость якоря.}$$

2. КТО внутренних аксиальных каналов якоря - $\alpha_{к.а.}$

$$N_u = 0,018 \cdot R_e^{0,8} \cdot \left(1 + 0,6 \frac{U}{W}\right) \cdot \zeta_l, \quad R_e = (1 \dots 4,8) \cdot 10^4.$$

$$W = \frac{Q_{кан}}{S_{кан}}, \quad R_e = \frac{W \cdot d_{кан}}{\nu_\delta}, \quad \alpha_{к.а.} = \frac{N_u \cdot \lambda_\delta}{d_{кан}}.$$

Где: R_e - Число Рейнольдса; W , U - расходная и окружная скорость воздуха в каналах; $Q_{кан}$ - расход охлаждающего воздуха через каналы; $S_{кан}$ - площадь поперечного сечения каналов; λ_δ - коэффициент теплопроводности воздуха; $d_{кан}$ - диаметр аксиального канала; ν_δ - кинематическая вязкость воздуха при ожидаемой температуре внутреннего воздуха.

3. КТО лобовых частей обмотки якоря.

- для внешней поверхности со стороны коллектора $N_{у.л.ви.к.} = 24,3 \cdot (R_{e\omega}^2 + R_e^2)^{0,16}$;

- для внешней поверхности со стороны привода $N_{у.л.а\phi.й.} = 37,2 \cdot (R_{e\omega}^2 + R_e^2)^{0,165} \cdot \left(\frac{2 \cdot \delta}{l_{л.в.}}\right)^{0,22}$

- для внутренней поверхности со стороны коллектора и стороны привода

$$N_{у.л.ви.к.} = N_{у.л.ви.п.} = 11,4 \cdot R_{e\omega}^{0,29}.$$

Где δ - зазор между якорем и главным полюсом; $l_{л.в.}$ - длина вылета лобовых частей; $R_{e\omega}$ - "вращательное" число Рейнольдса; R_e - "расходное" число Рейнольдса.

Расходная скорость воздуха в зоне внешней поверхности лобовых частей $W = \frac{Q_\delta}{S_\delta}$. Где:

Q_δ - расход охлаждающего воздуха через зазор; S_δ - площадь сечения канала.

$$\text{Расходное число Рейнольдса } R_e = \frac{W \cdot D_{л.ви.}}{\nu_\delta}; \quad R_e = (10^2 \dots 10^5).$$

Где: $D_{л.ви.}$ - внешний диаметр лобовых частей ($D_{л.ви.}$ равен диаметру якоря D_a).

$$\text{Вращательное число Рейнольдса } R_{e\omega} = \frac{U_{ви.} \cdot D_{л.ви.}}{\nu_\delta}; \quad R_{e\omega} = (10^4 \dots 10^6).$$

Где: $U_{ви}$ - окружная скорость вращения на диаметре $D_{л.ви}$.

Вращательное число Рейнольдса для $N_{ил.ви.к.} = N_{ил.ви.п.}$ определяется через окружную скорость вращения $U_{ви}$ на внутреннем диаметре лобовых частей

$$R_{е\omega} = \frac{U_{ви} \cdot (D_{л.ви} - 2 \cdot h_n)}{\nu_в},$$

КТО лобовых частей обмотки статора

$$\alpha_{л.ви.к} = \frac{N_{ил.ви.к} \cdot \lambda_в}{D_{л.ви}}, \quad \alpha_{л.ви.п} = \frac{N_{ил.ви.п} \cdot \lambda_в}{D_{л.ви}},$$

$$\alpha_{л.ви.к} = \alpha_{л.ви.п} = \frac{N_{ил.ви.к} \cdot \lambda_в}{D_{л.ви} - 2h_n}.$$

4. КТО обдуваемых поверхностей полюсных катушек.

Теплообмен полюсных катушек двигателей с аксиальной вентиляцией описывается критериальным уравнением [2] $N_{иов} = 0,158 \cdot R_{еов}^{0.7}$.

$$\text{Для катушек главных полюсов } R_{еов} = \frac{W_{м.к.} \cdot l_{ов}}{\nu_в}; \quad R_e = (10^4 \dots 2,5 \cdot 10^5).$$

Где: $W_{м.к.} = \frac{Q_{м.к.}}{S_{м.к.}} \cdot Q_{м.к.}$ - расход воздуха через межполюсные каналы; $S_{м.к.}$ - площадь поперечного сечения всех межполюсных каналов; $l_{ов}$ длина катушки главного полюса.

$$\text{КТО обдуваемой поверхности катушек главных полюсов } \alpha_{ов} = \frac{N_{иов} \cdot \lambda_в}{l_{ов}}.$$

КТО внутренней свободной поверхности станины, равен КТО катушек главных полюсов [2] $\alpha_{ст.вн} = \alpha_{ов}$.

$$5. \text{ КТО коллектора } \alpha_{кол} = 102 \cdot V_k^{0.37}.$$

Где: V_k окружная скорость коллектора на наружном диаметре.

$$6. \text{ КТО наружной поверхности станины } \alpha_{ст.н.в.} = 18 \frac{Вт}{м^2 \cdot град}.$$

В качестве примера, в Таблице 1 приведены значения КТО, определенные для двигателя исполнения IP22, IC01, $P_{2ном}=75$ кВт, $U_{ном}=220$ В, $n_{ном}=1000$ об/мин.

Таблица 1 - Значения КТО.

α_δ	$\alpha_{н.г.л.}$	$\alpha_{н.д.л.}$	$\alpha_{к.а.}$	$\alpha_{л.ви.к.}$	$\alpha_{л.ви.п.}$
75,2	75,2	60,2	92,5	116,9	86,3
$\alpha_{л.вн.к.}$	$\alpha_{ов}$	$\alpha_{одп}$	$\alpha_{ст.вн.}$	$\alpha_{ст.н.в.}$	$\alpha_{кол.}$
44,1	42,2	71,7	42,2	18	243

$$\text{Размерность КТО в таблице - } \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot град} \right].$$

Перечень ссылок

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