

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН КОСВЕННЫМ МЕТОДОМ

И. Г. КУЛЕЕВ

Определение максимальной температуры нагрева мощных электрических машин прямым методом представляет большие затруднения вследствие того, что требуется дорогостоящая преобразовательная установка постоянного тока, с помощью которой регулируется нагрузка. Предлагается косвенный метод определения максимальной температуры нагрева машины, по которому стоимость испытательной установки может быть значительно снижена при сохранении относительно высокой точности метода. Согласно этому методу, опытным путём определяется максимальное повышение температуры нагрева машины лишь при незначительной нагрузке. При номинальной нагрузке оно может быть подсчитано по формуле

$$\tau_{н max} = \tau_{max} \frac{P_n}{P}, \quad (1)$$

здесь τ_{max} — максимальное превышение температуры во время опыта,
 $\tau_{н max}$ — максимальное превышение температуры при нормальной нагрузке,
 P_n — номинальная мощность,
 P — мощность машины во время опыта.

Правильность равенства (1) следует непосредственно из сопоставления равенств теплового состояния электромашины для первого и второго случаев нагрузки.

Пусть для нагрузки меньше номинальной это уравнение

$$P dt = cd\tau + A\tau dt,$$

здесь c — теплоемкость машины,
 A — теплоотдача,
 τ — превышение температуры машины над температурой окружающего воздуха,
 t — время.

Решение этого уравнения имеет вид:

$$\tau = \tau_{max} \left(1 - e^{-\frac{A}{c} t}\right).$$

Для номинальной нагрузки оно имеет вид:

$$P_n dt = cd\tau_n + A\tau_n dt,$$

решение его

$$\tau_n = \tau_{н max} \left(1 - e^{-\frac{A}{c} t}\right).$$

При установившемся режиме, когда тепло, выделившееся в машине, все отдаётся окружающей среде (рис. 1), уравнение теплового состояния электрической машины примет вид для первого случая $A\tau_{max} = P$, для второго случая $\tau_{n\ max} A = P_n$, отсюда

$$\frac{\tau_{n\ max}}{\tau_{max}} = \frac{P_n}{P}.$$

Следовательно, максимальное повышение температуры при номинальной нагрузке

$$\tau_{n\ max} = \tau_{max} \frac{P_n}{P}.$$

Из этой формулы следует, что отношение максимальных температур нагрева электрической машины пропорционально отношению потерь, выделяемых в ней. Следовательно, достаточно довести машину до установившегося температурного состояния τ_{max} при любой нагрузке меньше нормальной, чтобы по ней найти максимальную температуру нагрева при номинальной нагрузке. Результаты получаются достаточно точными, так как при выводе этой формулы отсутствовали какие бы то ни было допущения. Что касается условий охлаждения и нагревания машины, то они были совершенно одинаковыми как в первом, так и во втором случае. Опыты, проведённые на заводе 653 по нагреванию двигателя АД-32-4, под-

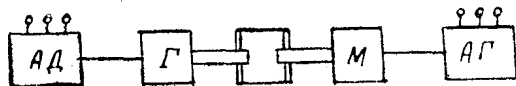


Рис. 1

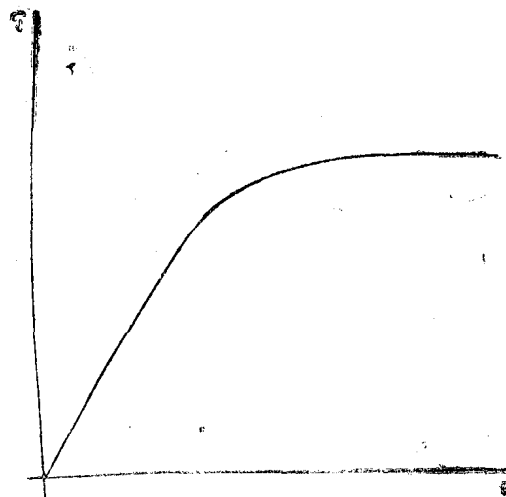


Рис. 2

тверждают определение максимальной температуры нагрева при номинальной мощности по максимальной температуре, найденной опытным путём при нагрузке меньше номинальной.

По заводским данным, при нагрузке $P = \frac{1}{2} P_n$ максимальное повышение температуры $\tau_{max} = 22^\circ\text{C}$. Потери в машине в этом случае $P = 268$ ватт. При номинальной нагрузке $P_n = 3,2$ квт, максимальное повышение температуры $\tau_{n\ max} = 57^\circ\text{C}$. Потери в машине $P_n = 628$ ватт, $\tau_{n\ max} = \tau_{max} \frac{P_n}{P} = 52^\circ$, то есть расхождение в 5° , что составляет 8,5%.

Испытание производилось по следующей схеме (рис. 2), здесь АД—испытуемый двигатель, Г—генератор постоянного тока, М—мотор постоянного тока, АГ—асинхронный генератор.