

УДК 621.3

МЕТОДИКА ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУР АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

О. А. КАПИТОНОВ, А. С. ТРЕТЬЯКОВ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Задача прогноза температур отдельных узлов асинхронного электродвигателя заключается в том, что необходимо спрогнозировать изменение данных температур в течение заданного интервала времени в будущем, начиная от текущего момента [1, 2].

Для решения задачи прогноза изменения температур узлов электродвигателя было предложено использовать прогнозирующую двухмассовую тепловую модель электродвигателя.

Данная прогнозирующая модель описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} C_1 \frac{d\tau_1}{dt} = \Delta P_{\text{эл1}} + \Delta P_{\text{см}} - \lambda_1 \tau_1 - \lambda_{12} (\tau_1 - \tau_2); \\ C_2 \frac{d\tau_2}{dt} = \Delta P_{\text{эл2}} - \lambda_2 \tau_2 - \lambda_{12} (\tau_2 - \tau_1), \end{cases} \quad (1)$$

где $\Delta P_{\text{эл1}}$ – мощность тепловых потерь в меди статора; $\Delta P_{\text{эл2}}$ – мощность тепловых потерь в меди ротора; $\Delta P_{\text{см}}$ – мощность тепловых потерь в стали статора; τ_1 – температура перегрева обмотки статора, °С; τ_2 – температура перегрева обмотки ротора, °С; λ_1 – тепловая проводимость статора, Вт/(°С·м); λ_2 – тепловая проводимость ротора, Вт/(°С·м); λ_{12} – взаимная тепловая проводимость между статором и ротором, Вт/(°С·м); C_1 – теплоемкость статора, Дж/°С; C_2 – теплоемкость ротора, Дж/°С.

Поскольку наблюдатель параметров тепловой модели в качестве выходной величины имеет обобщенный параметр $\Delta\lambda$, он связан с параметрами λ_1 и λ_2 следующими соотношениями:

$$\lambda_1 = (1 + \Delta\lambda)\lambda_{1н}; \quad (2)$$

$$\lambda_2 = (1 + \Delta\lambda)\lambda_{2н}. \quad (3)$$

С учетом (2) и (3), представим модель (1) в следующем виде:

$$\begin{cases} \frac{d\tau_1}{dt} = \frac{\Delta P_{эл1}}{C_1} + \frac{\Delta P_{см}}{C_1} - \tau_1 \left(\frac{(1 + \Delta\lambda)\lambda_{1н}}{C_1} + \frac{\lambda_{12}}{C_1} \right) + \tau_2 \frac{\lambda_{12}}{C_1}; \\ \frac{d\tau_2}{dt} = \frac{\Delta P_{эл2}}{C_2} - \tau_1 \frac{\lambda_{12}}{C_2} - \tau_2 \left(\frac{(1 + \Delta\lambda)\lambda_{2н}}{C_2} - \frac{\lambda_{12}}{C_2} \right). \end{cases} \quad (4)$$

Алгоритм работы прогнозирующей модели (4) заключается в следующем.

1. В определенные моменты времени с заданной периодичностью (1–2 раза в минуту) производится фиксация текущих значений температур узлов электродвигателя (τ_1 и τ_2), обобщенного параметра $\Delta\lambda$, значений мощностей тепловых потерь ($\Delta P_{эл1}$, $\Delta P_{эл2}$, $\Delta P_{см}$).

2. Запускается расчет изменения температур на заданный интервал времени вперед при помощи математической модели (4).

3. В процессе расчета на каждом шагу интегрирования выполняется проверка – находятся ли прогнозируемые значения температур в допустимом, заранее заданном диапазоне для электродвигателя.

4. В случае выхода прогнозируемого значения температуры за пределы допустимых значений, расчет останавливается, значение времени, на которое произведен расчет к текущему шагу интегрирования, фиксируется как значение $\Delta t_{прев}$, и алгоритм прогнозирования дает сигнал о предполагаемом превышении значения температуры через рассчитанное таким образом время $\Delta t_{прев}$.

5. Если достигнуто максимальное заданное время прогнозирования Δt_{max} , процесс расчета останавливается до следующего запуска.

Таким образом, вышеописанный алгоритм выполняет функцию выдачи сигнала предупреждения о возможном превышении значений температур узлов асинхронного электродвигателя в течение заданного интервала времени, вперед от текущего момента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Капитонов, О. А.** Тепловая идентификация асинхронного электродвигателя / О. А. Капитонов, Д. В. Шнип // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2024. – С. 160.
2. **Третьяков, А. С.** Методика идентификации параметров тепловой модели асинхронного электродвигателя с учетом вентиляции / А. С. Третьяков, Д. В. Шнип // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2024. – С. 165.