

осуществляется путем подключения устройства к двигателю и реализации алгоритма представленного на рис.25;

4. Далее происходит расчет действующего значения тока для статора и ротора. Это необходимо для дальнейшего мониторинга;

5. Сравнение действующих значений токов фаз статора и ротора между собой. Это позволяет произвести мониторинг на предмет междуфазного и междувиткового замыкания. При несовпадении токов в пределах допуска $\pm 5\%$ система переходит в режим аварии. Если токи равны, то система переходит на следующую ступень;

6. На следующей ступени осуществляется мониторинг перегрузки по току. Действующее значение тока одной фазы статора сравнивается с предельно допустимым значением перегрузки по току. Переход системы в аварийный режим осуществляется, если ток статора достигает значения уставки перегрузки по току. При невыполнении условий сравнения система переходит на следующую ступень;

7. В заключении происходит мониторинг недогрузки по току. В данном блоке происходит сравнение действующего значения тока одной фазы статора со значением уставки недогрузки по току. Если ток статора достигает предельно допустимого значения недогрузки по току, то система переходит в режим аварии. Если условие сравнения не выполняется, то цикл замыкается на пункт 4 до возникновения аварийного режима работы АД.

Вывод: В статье приведен алгоритм мониторинга АД с ФЗР для микропроцессорного устройства МД-2. В данном устройстве алгоритм такого типа еще не применялся.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.findpatent.ru/patent/240/2405162.html>

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАГРЕВОСТОЙКОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ЗАНГ315

Ринчино Ж. С.

Национальный томский политехнический университет, г. Томск

Задачами работы является исследования прямого пуска, от устройства плавного пуска и частотно-регулируемого пуска спроектированного двигателя. Для решения поставленных задач использована программа компьютерного моделирования [1], разработанная на кафедре ЭКМ в среде Delphi. Программа позволяет моделировать прямые, частотно-регулируемые пуски и остановки асинхронных двигателей, а также пуск асинхронных двигателей от устройства плавного пуска.

В программе используется математическая модель асинхронного двигателя в синхронной системе координат uv

$$\left. \begin{aligned}
 u_{su} &= i_{su} \cdot r_s + \frac{d\psi_{su}}{dt} - \omega_c \cdot \psi_{sv}, \\
 u_{sv} &= i_{sv} \cdot r_s + \frac{d\psi_{sv}}{dt} + \omega_c \cdot \psi_{su}, \\
 0 &= i_{ru} \cdot r_r + \frac{d\psi_{ru}}{dt} - (\omega_c - \omega_p) \cdot \psi_{rv}, \\
 0 &= i_{rv} \cdot r_r + \frac{d\psi_{rv}}{dt} + (\omega_c - \omega_p) \cdot \psi_{ru}, \\
 M_{эм} &= \frac{3}{2} \cdot p \cdot \text{mod}(\psi_{su} \cdot i_{sv} - \psi_{sv} \cdot i_{su}), \\
 \frac{d\omega_p}{dt} &= \frac{p}{J_\Sigma} \cdot (M_{эм} - M_c(t)),
 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где: u_{su}, u_{sv} – напряжения, $i_{su}, i_{sv}, i_{ru}, i_{rv}$ – токи, r_s, r_r – сопротивления, $\psi_{su}, \psi_{sv}, \psi_{ru}, \psi_{rv}$ – потокосцепления обмоток статора и ротора обобщенной машины; $M_{эм}$ и $M_c(t)$ – электромагнитный момент и нагрузочный момент; J_Σ – суммарный момент инерции, p – число пар полюсов двигателя; ω_c и ω_p – угловая частота вращения системы координат uv и ротора.

Математическая модель (1) дополняется уравнениями потокосцеплений обмоток и приводится к виду удобному для численного решения относительно потокосцепления обмоток

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{d\psi_{su}}{dt} &= [u_{su} + \omega_c \cdot \psi_{sv} - r_s \cdot (\psi_{su} \cdot k_{rs} - \psi_{ru} \cdot k_m)]; \\
 \frac{d\psi_{sv}}{dt} &= [u_{sv} + \omega_c \cdot \psi_{su} - r_s \cdot (\psi_{sv} \cdot k_{rs} - \psi_{rv} \cdot k_m)]; \\
 \frac{d\psi_{ru}}{dt} &= [(\omega_c - \omega_p) \cdot \psi_{rv} - r_r \cdot (\psi_{ru} \cdot k_{sr} - \psi_{su} \cdot k_m)]; \\
 \frac{d\psi_{rv}}{dt} &= [(\omega_p - \omega_c) \cdot \psi_{ru} - r_r \cdot (\psi_{rv} \cdot k_{sr} - \psi_{sv} \cdot k_m)]; \\
 M_{эм} &= \frac{3}{2} \cdot p \cdot k_m \cdot (\psi_{sv} \cdot \psi_{ru} - \psi_{su} \cdot \psi_{rv}); \\
 \frac{d\omega_p}{dt} &= \frac{p}{J_\Sigma} \cdot (M_{эм} - M_c(t)).
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Подробное описание математической модели компьютерного моделирования частотно-регулируемого асинхронного двигателя представлено в [1].

Исходные данные к моделированию – номинальные данные и параметры двигателя.

Номинальные данные: мощность двигателя P_{2H} , фазное напряжение $U_{H\phi}$, частота сети f_1 , число пар полюсов p , КПД η_H , коэффициент мощности $\cos \varphi_H$,

скольжение s_n , кратность пускового тока I_{pi} , кратность пускового момента k_{pm} , кратность критического момента k_{max} , суммарный момент инерции ротора и приведенного к валу двигателя вентилятора J_Σ .

Параметры двигателя: индуктивные и активные сопротивления, соответствующие номинальному режиму (без учета насыщения железа и вытеснения тока) и пусковому режиму работы двигателя (с учетом насыщения железа и вытеснения тока при скольжении $s=1$). Данные для номинального режима работы: индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора $x_{\sigma 1}$ и обмотки ротора $x_{\sigma 2}$, активное сопротивление обмотки статора r_s и обмотки ротора r_r , индуктивное сопротивление взаимной индукции x_m , коэффициент насыщения магнитной цепи в режиме холостого хода k_{nas} . Параметры для пускового режима: индуктивные сопротивления рассеяния $x_{\sigma 1p}$ и $x_{\sigma 2p}$ – обмотки статора и ротора, активные сопротивления обмотки ротора r_{2p} .

В математической модели предусмотрена возможность регулирования частоты f_{1x} и напряжения U_{1x} ПЧ по линейному закону рис. 1 с компенсацией падения напряжения.

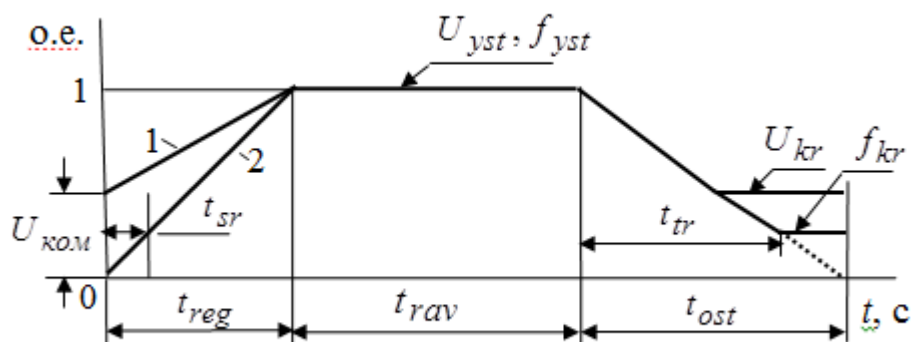


Рис. 1. Диаграммы напряжения и частоты ПЧ: 1 – напряжение U_{1x} , 2 – частота f_{1x}

Напряжение и частота ПЧ представлены на рис. 2.2 в относительных единицах. За основные значения напряжения и частоты приняты установившиеся значения напряжения и частоты 220 В и 50 Гц.

В окне исходных данных программы : t_{reg} – время регулирования по линейному закону частоты и напряжения ПЧ при разгоне двигателя; t_{rav} – время работы двигателя при установившихся значениях частоты f_{yst} и напряжения U_{yst} ПЧ; t_{ost} – время останова двигателя, за которое частота и напряжение ПЧ изменяются по линейному закону до своих критических значений $f_{кр}$ и $U_{кр}$.

При активном характере нагрузочного момента задается t_{sr} – время, в течение которого двигатель находится в заторможенном состоянии и после которого происходит растормаживание двигателя. При критических значениях частоты $f_{кр}$ и

напряжения U_{kr} устанавливается минимальная частота вращения ротора, при которой двигатель с автоматическим срабатыванием тормозного устройства обесточивается.

Математическая модель, предполагает возможность задания начальных U_0, f_0 (при $t = 0$) и установившихся U_{yst}, f_{yst} значений напряжения и частоты ПЧ. За время регулирования t_{reg} частота и напряжение изменяются от начальных до установившихся значений по линейному закону.

Имеется возможность задания только начальной и установившейся частоты ПЧ. В этом случае за время t_{reg} частота изменяется по линейному закону

$$f_x = \frac{f_{yst} - f_0}{t_{reg}} \cdot t + f_0. \quad (3)$$

Если выполняется условие $(t_{reg} + t_{rav}) \geq t \geq t_{reg}$, то принимается $f_x = f_{yst}$. За время $t > (t_{reg} + t_{rav})$ частота изменяется также по линейному закону

$$f_x = f_{yst} - \frac{f_{yst}}{t_{ost}} \cdot (t - t_{reg} - t_{rav}). \quad (4)$$

Напряжение ПЧ является функцией частоты $U_{1x} = f(f_{1x})$ и с учетом напряжения компенсации $U_{ком}$ рассчитывается по формуле

$$U_{1x} = \sqrt{2} \cdot \left(U_{ком} + \frac{U_{нф} - U_{ком}}{f_1} \cdot f_{1x} \right). \quad (5)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Баклин В. С. Математическая модель частотно-регулируемого асинхронного двигателя [Электронный ресурс] / В. С. Баклин, А. С. Гимпельс // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2005. — Т. 308, № 7. — [С. 148-153]. — Заглавие с титульного листа. — Электронная версия печатной публикации. — Свободный доступ из сети Интернет. — Adobe Reader. http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin_TPU/2005/v308/i7/35.pdf (Дата запроса 10.06.15)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАБЕЛЕЙ В ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОМ ПРИВОДЕ

Горбатенко А. А., Щербакова Ю. М.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Частотно-регулируемый привод имеет различные функциональные возможности, что обеспечивает его применение в разных областях.

Значительная экономия электроэнергии обеспечивается за счет регулирования какого-либо технологического параметра. Если это транспортер или конвейер, то можно регулировать скорость его движения. Если это насос или вентилятор – можно