

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Г.И. Однокопылов, д.т.н., проф. ОЭЭ,

К.Н. Негодин, аспирант гр. А8-28

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,

E-mail: knn1@tpu.ru

В настоящее время к промышленным механизмам предъявляются высокие требования по надежности и отказоустойчивости. Это обусловлено государственными стандартами, желанием предприятий обеспечить непрерывность технологических процессов, а также безопасность сотрудников и уменьшением экономических потерь в случае возникновения отказов или аварийных ситуаций [1].

Для решения этих задач можно использовать отказоустойчивый электропривод, выполненный на базе трехфазного асинхронного двигателя со связанными или развязанными фазами. При разработке математической модели приняты общепринятые допущения и ограничения, такие как ненасыщенность электрической машины, пренебрежение потерями в стали, симметрия фаз и их сдвиг на 120 электрических градусов, намагничивающие силы обмоток и магнитные поля распределены синусоидально и вдоль окружности воздушного зазора [2-4].

Функциональная схема отказоустойчивого асинхронного электропривода в аварийном двухфазном режиме с учетом принятых допущений представлена на рис. 1.

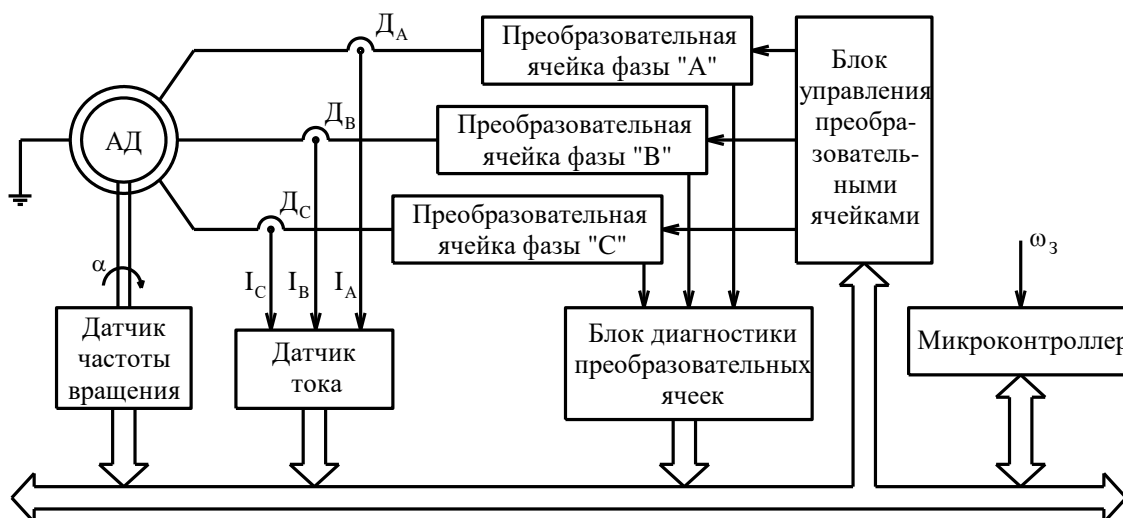


Рис. 1. Функциональная схема отказоустойчивого асинхронного электропривода.

Математическая модель асинхронного двигателя, позволяющая исследовать аварийные динамические режимы и способы восстановления работоспособности электродвигателя, может исследовать два способа восстановления: режим со связанными и режим с развязанными фазами. Такую модель целесообразно представить разложением асинхронного двигателя на поля прямой и обратной последовательности. Это позволит исследовать аварийный двухфазный режим. Итоговые выражения для уравнений полей с развязанными фазами будут выглядеть следующим образом:

$$\frac{d[i_1]}{dt} = [L_1]^{-1} \cdot \left\{ [U_1] - \left[[R] + [L_2] \cdot \frac{p \cdot \omega}{\sqrt{3}} \right] \cdot [i_1] \right\}$$

$$\frac{d[i_2]}{dt} = [L_1]^{-1} \cdot \left\{ [U_2] - \left[[R] + [L_2] \cdot \frac{p \cdot \omega}{\sqrt{3}} \right] \cdot [i_2] \right\}$$

Итоговые выражения для активных сопротивлений примут вид:

$$[R_M] = ([1] + k_\infty [M_0])[R]$$

$$[R_{ML}] = ([1] + k_\infty [M_{0L}])[R_L]$$

Электромагнитные моменты для полей прямой и обратной последовательностей определяются по выражениям:

$$M_1 = p \frac{\sqrt{3}}{2} L_m [(i_{1A} i_{1c} + i_{1B} i_{1a} + i_{1C} i_{1b}) - (i_{1A} i_{1b} + i_{1B} i_{1c} + i_{1C} i_{1a})];$$

$$M_2 = p \frac{\sqrt{3}}{2} L_m [(i_{2A} i_{2c} + i_{2B} i_{2a} + i_{2C} i_{2b}) - (i_{2A} i_{2b} + i_{2B} i_{2c} + i_{2C} i_{2a})].$$

Благодаря вышеописанным выражениям можно рассчитать угловую скорость, выразив её из уравнения движения электропривода.

Данное математическое описание позволит исследовать различные динамические режимы электропривода, провести имитационное моделирование с имитированием обрыва фазы статора или ротора двигателя. Также можно разработать алгоритмическое поддержание работы электрического поля для работы двигателя в двухфазном режиме. t, c

Список литературы:

1. Однокопылов, Г.И. Моделирование вентильно-индукторного электропривода в аварийных режимах работы / Однокопылов Г.И., Розаев И.А. Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 323. № 4. С. 138-143.
2. Однокопылов, Г.И. Математическая модель асинхронного двигателя в неполнофазном режиме работы / Однокопылов Г.И., Брагин А.Д. Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 323. № 4. С. 133-137.
3. Казовский Е.Я. Переходные процессы в электрических машинах переменного тока. – М.: Изд-во АН СССР, 1968. – 526 С.
4. Мощинский Ю.А., Петров А.П. Математическая модель несимметричного асинхронного двигателя на основе схем замещения для переходных режимов // Электротехника. – 2003. – № 2. – С. 24–30.