

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

А.Д. Брагин

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Г.И. Однокопылов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: lflenyol@gmail.com

INVESTIGATION OF FAULT-TOLLERANT INDUCTION MOTOR DRIVE

A.D. Bragin

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., Candidate of Engineering Sciences G.I. Odnokopylov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: lflenyol@gmail.com

Three-phase asynchronous electric drive is studied in two-phase operation mode. Timing charts is presented.

Отказоустойчивое управление асинхронным электроприводом в аварийном неполнофазном режиме работы [1] предполагает применение скалярного управления асинхронным электроприводом. Целью данной статьи является моделирование асинхронного электропривода с векторной системой управления в аварийных и неполнофазных режимах работы с использованием структурного и функционального резервирования.

Рассматриваемая система векторного управления содержит регулятор потокосцепления и скорости, а также три регулятора тока (рис. 1). Сигнал задания на ток, вырабатываемый регуляторами потокосцепления и скорости поступает в координатный преобразователь, где происходит преобразование из вращающейся системы координат x, y в неподвижную a, b . Далее в зависимости от режима работы происходит преобразование в трехфазную систему координат.

Для моделирования был выбран двигатель АИР63А2. Оптимизация контуров производилась согласно методике, представленной в [2]. Расчет модели проводился в среде Matlab Simulink.

На рис. 2 представлены переходные процессы, протекающие в электроприводе с векторным управлением в случае обрыва фазы и 25 мс интервалом времени переключения структуры электропривода с подключением резервного элемента (полумоста преобразователя частоты).

На рис. 3 представлены переходные процессы по току, частоте вращения и моменту, протекающие в электродвигателе в случае возникновения аварии с использованием алгоритма восстановления [3].

Возникновение аварийной ситуации в одной из фаз двигателя ведет к изменению электромагнитного момента, которое определяется следующими факторами. Во-первых, в воздушном зазоре машины возникает эллиптическое поле, которое создает дополнительный тормозной момент и уменьшает перегрузочную способность. Второй причиной является некорректная работа системы управления, которая рассчитана для трехфазного режима. Так, при переходе в двухфазный режим при выполнении двигателя по схеме с развязанными фазами сумма токов статора становится не равной нулю, что ведет к неверному координатному преобразованию в прямом координатном преобразователе. Все вышеперечисленные особенности приводят к неработоспособности электропривода в двухфазном режиме работы.

Из приведенных переходных процессов (рис. 2) видно, что в случае возникновения аварийной ситуации происходит увеличение токов, протекающих по обмотке статора, и опрокидывание двигателя, при этом электромагнитный момент меняет свой знак, т.е. становится тормозным.

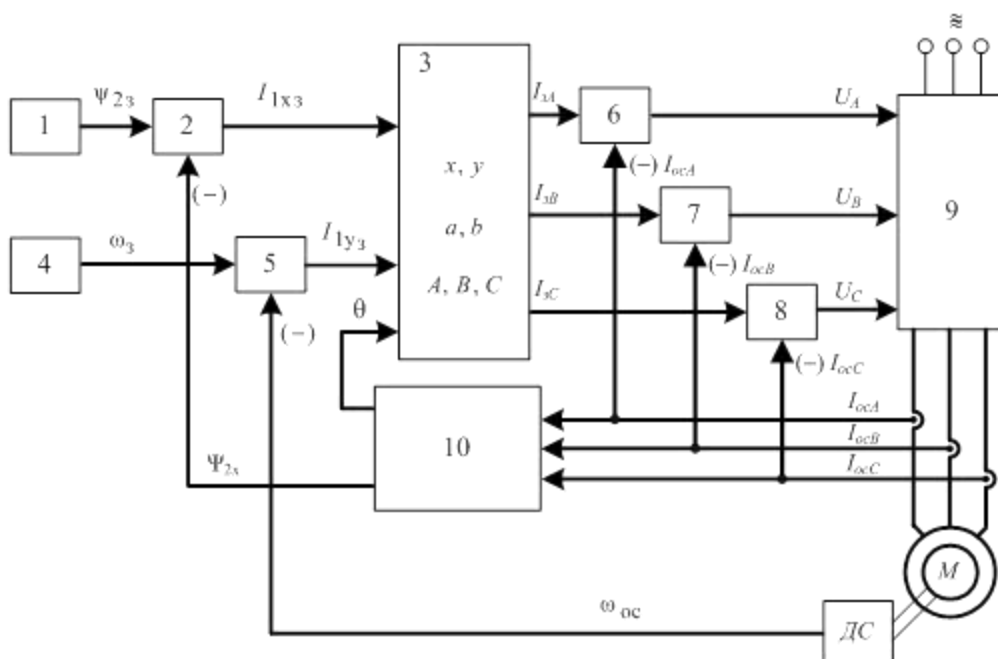


Рис. 1. Система векторного управления отказоустойчивым асинхронным электроприводом: 1 – датчик потокосцепления ротора; 2 – регулятор потокосцепления ротора; 3 – координатный преобразователь тока; 4 – датчик частоты вращения; 5 – регулятор частоты вращения; 6, 7, 8 – регуляторы тока статора; 9 – преобразователь частоты; 10 – блок вычисления потокосцепления

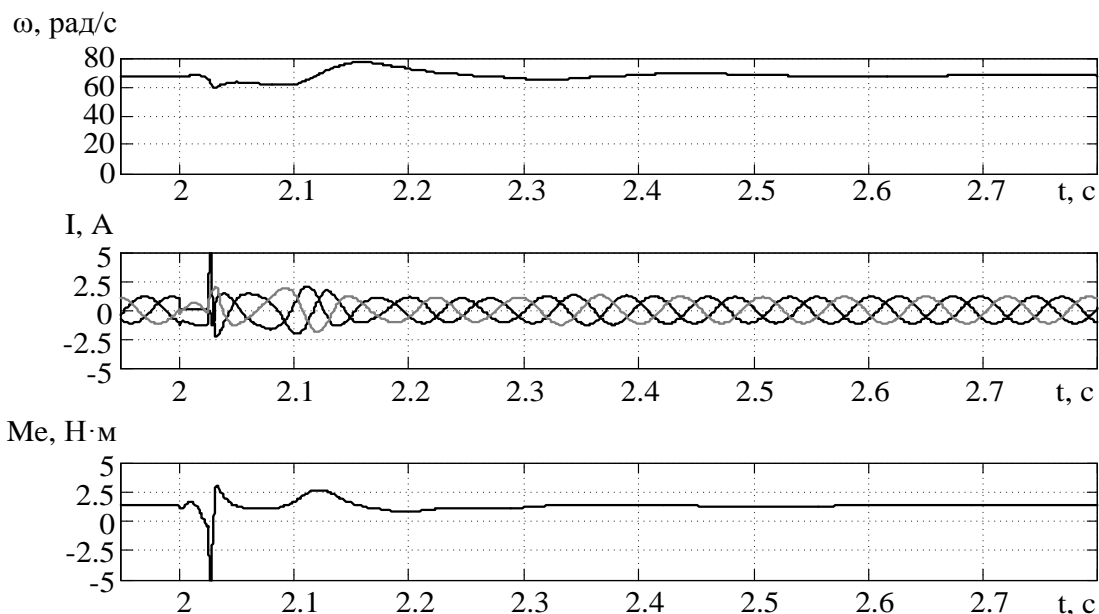


Рис. 2. Переходные процессы в электроприводе с векторным управлением при обрыве фазы статора и подключением структурного резерва

Использование структурного резерва (рис. 2) позволяет полностью восстановить работоспособность электропривода при возникновении аварийной ситуации типа «невключение» и «невывключение» силового ключа преобразователя частоты. Анализируя графики переходных процессов, видно, что после

переключения структуры электропривода наблюдается бросок тока, превышающий установившейся ток в 3,73 раза. Провал частоты вращения составляет 11,5% от установившегося значения.

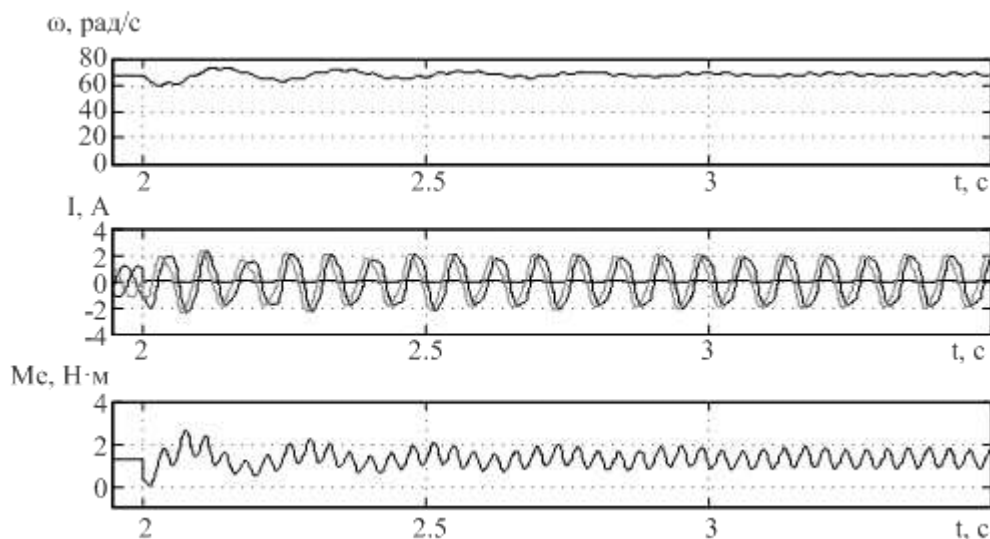


Рис. 3. Переходные процессы в электроприводе с векторным управлением при обрыве фазы статора и подключением функционального резерва

При задействовании функционального резерва (рис. 3) происходит увеличение амплитуды тока, что обусловлено необходимостью компенсации недостатка мощности, возникшей вследствие обрыва фазы статора. Частота вращения носит колебательный характер и амплитуда колебаний не превышает 2,9% от заданной частоты вращения, при этом провал по частоте вращения во времена переходного процесса достигает 15,5% от заданной частоты.

Таким образом, использование алгоритмов восстановления позволяет сохранить круговое вращающееся поле в двигателе и обеспечить его работу, как при функциональном, так и при структурном резерве.

При использовании функционального резерва возникают колебания частоты вращения в установившемся режиме, а амплитуда тока в двухфазном режиме превышает амплитуду тока в трехфазном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Однокопылов Г.И., Однокопылов И.Г. Обеспечение живучести электродвигателей переменного тока: Монография. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 187 с.
2. Мальцева О.П. Системы управления электроприводов: учебное пособие / О.П. Мальцева, Л.С. Удут, Н.В. Кояин. – Томск: Издательство Томского Политехнического университета, 2007. – 152 с.
3. Однокопылов Г.И., Брагин А.Д. Векторное управление отказоустойчивым асинхронным электроприводом // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2013. – №. 2. – С. 327–330.