

ДИНАМИКА КОНТУРА ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ СКАЛЯРНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Одним из направлений в области повышения энергетической эффективности частотно-регулируемых асинхронных электроприводов, является выбор рационального закона частотного управления. На практике в системах скалярного управления электроприводов в зависимости от характера нагрузки асинхронного двигателя (АД) используются законы частотного управления, при которых изменение магнитного потока осуществляется путем регулирования напряжения на зажимах статора в функции частоты. К их числу относятся законы частотного управления при постоянстве отношений напряжения к частоте, напряжения к квадрату частоты и напряжения к корню квадратному от частоты напряжения статора. Практическая целесообразность использования этих законов обусловлена простотой их реализации при обеспечении приемлемых в ограниченных диапазонах регулирования скорости и изменения нагрузки механических и энергетических характеристик электропривода. Известно также [1, 2], что энергетическую эффективность асинхронного электропривода с разомкнутой системой скалярного управления можно повысить, применяя специальные законы частотного управления. Так, в разомкнутой по скорости системе скалярного управления электропривода может быть реализован энергосберегающий режим за счет поддержания постоянного коэффициента сдвига тока (χ). Энергосберегающий закон частотного управления предполагает изменение напряжения на зажимах статора АД таким образом, чтобы при нагрузке АД коэффициент мощности двигателя по основной гармонике (коэффициент сдвига тока относительно напряжения по первой гармонике) оставался равным паспортному значению. В этом случае снижаются потери в АД в сравнении с потерями при традиционных законах частотного управления. Для реализации энергосберегающего закона в типовую структуру системы управления (рис. 1) вводятся вычислитель и регулятор коэффициента сдвига.

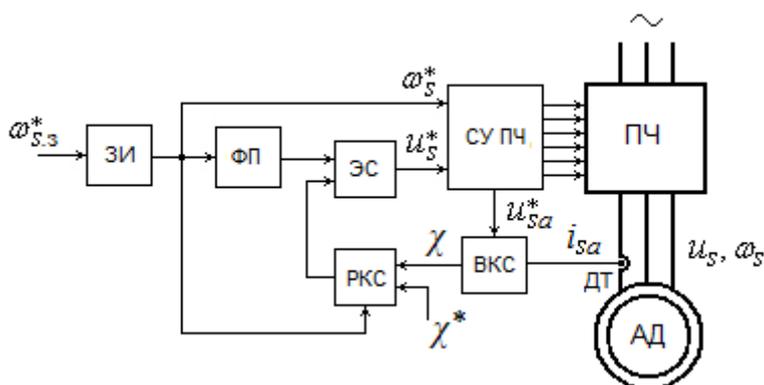


Рис. 1. Функциональная схема асинхронного электропривода:

ПЧ – преобразователь частоты с автономным инвертором напряжения с широтно-импульсной модуляцией; АД – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором; СУ ПЧ – система управления ПЧ; ФП – функциональный преобразователь; ДТ – датчик тока статора; ВКС и РКС – вычислитель и регулятор коэффициента сдвига тока статора; ЭС – элемент суммирования; ЗИ – задатчик интенсивности

Интерес представляет динамика замкнутой системы автоматического регулирования (САР) коэффициента сдвига тока при изменении скорости и нагрузки АД. Для оценки динамических характеристик САР коэффициента сдвига тока выполнено моделирование переходных процессов. При моделировании режимов работы АД учитывался фактор нелинейности его характеристики намагничивания по главному магнитному пути. В функциональном преобразователе (ФП) реализована зависимость напряжения от частоты, соответствующая закону частотного управления при постоянстве отношения напряжения к частоте. В качестве РКС использовался интегральный регулятор, который вступает в работу только после завершения переходного процесса в задатчике интенсивности (ЗИ). При моделировании использовались параметры асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором типа 4А225М2У3 (номинальная мощность 55 кВт). Моделирование выполнено для следующих режимов:

- 1) при постоянной скорости и ступенчатом изменении реактивного момента нагрузки на валу АД;
- 2) при ступенчатом изменении сигнала задания частоты на входе ЗИ при условии постоянства момента нагрузки на валу АД;
- 3) при ступенчатом изменении сигнала задания частоты на входе ЗИ при вентиляторной нагрузке двигателя.

Особенностью переходных процессов САР коэффициента сдвига тока заключается в том, что при постоянстве параметра интегрального РКС быстродействие САР существенно зависит как от скорости, так и момента статической нагрузки АД. При этом с уменьшением скорости и момента статической нагрузки быстродействие САР коэффициента сдвига тока снижается. Для повышения ее быстродействия доказана целесообразность введения коррекции постоянной интегрирования РКС при изменении частоты напряжения статора. В связи с этим выявлены особенности принципов построения и функционирования РСК при изменении частоты и статической нагрузки.

В качестве иллюстрации на рис. 2 приведены результаты моделирования системы скалярного управления асинхронного электропривода при постоянной частоте напряжения статора и ступенчатом изменении реактивного момента нагрузки. Сначала осуществляется пуск двигателя с номинальной нагрузкой на валу $m_c = m_{ном}$ (в относительных единицах номинальный момент $m_{ном}=1$) из состояния покоя до значения скорости, равного номинальному значению (в относительных единицах $\omega_{ном}=1$). Для этого с помощью ЗИ формируется линейно изменяющийся сигнал задания на частоту (ω^*) напряжения статора. Видно, что при пуске фактический коэффициент сдвига (χ) существенно отличается от заданного значения (χ^*). После завершения пуска вступает в работу РКС, сводя фактический коэффициент сдвига к заданному значению χ^* . В момент времени $t=3$ с происходит сброс статической нагрузки до значения $m_c = 0,5m_{ном}$. Переходный процесс на этом этапе характеризуется наличием кратковременной просадки коэффициента сдвига тока. Время отработки задания χ^* составляет порядка 1,5-2 с. В момент времени $t=6$ с осуществляется наброс нагрузки. Как видно, переходный процесс сопровождается выбросом регулируемой переменной χ и медленной отработкой задания χ^* .

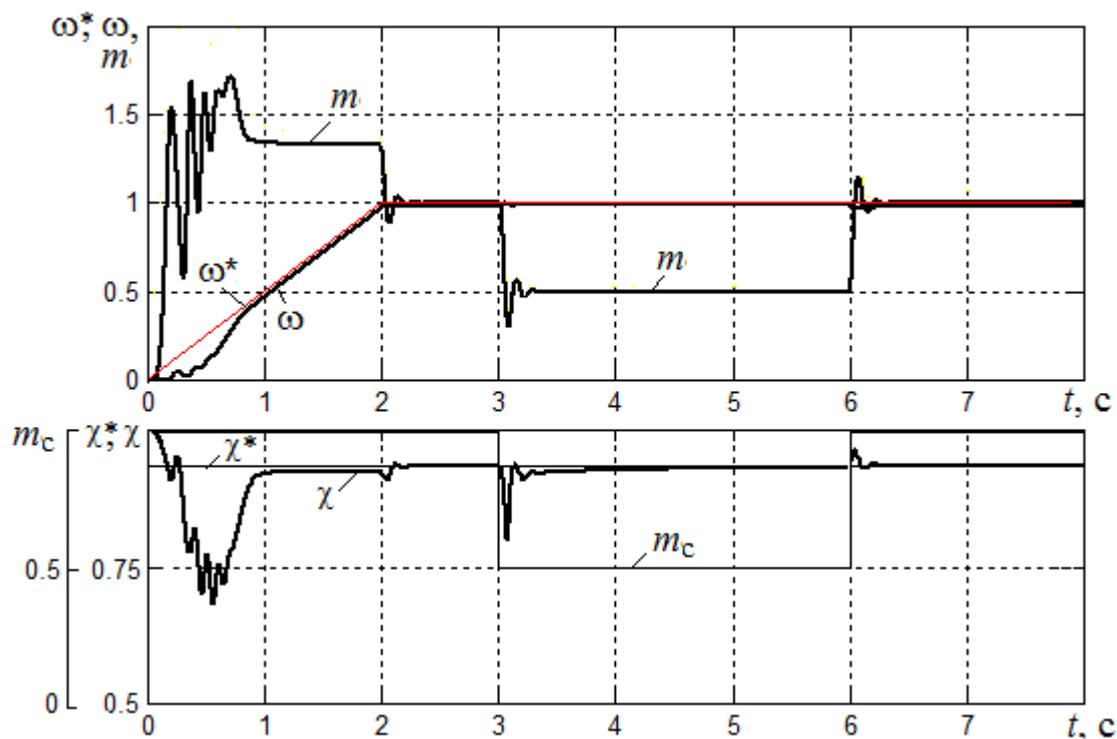


Рис. 2. Результаты моделирования системы скалярного управления с оптимизацией режимов асинхронного электропривода:

ω^* – сигнал задания частоты напряжения обмотки статора; ω – скорость; m – электромагнитный момент; m_c – момент статической сопротивляемости; χ^* – заданное значение коэффициента сдвига тока; χ – фактическое значение коэффициента сдвига тока

В заключении заметим, что не исключена возможность применения в разомкнутой системе скалярного управления асинхронного электропривода (рис.1) других типов РКС, в частности, релейного регулятора.

1. Энергосберегающие технические решения в электроприводе / Колл. авторов / Под. ред. А.О. Горнова – М.: Изд-во МЭИ, 1991.

2. On the Energy Optimized Control of Standard and High-Efficiency Induction Motors in CT and HVAC Applications / F. Abrahamsen, F. Blaabjerg, J.K. Pedersen, P.Z. Grabowski, P. Thogersen // IEEE Transaction On Industry Application. Vol. 34, No. 4, July/August 1998.