

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современная прикладная теория управления: Синергетический подход в теории управления / Под ред. А.А. Колесникова. Таганрог: Изд-во ТРТГУ, 2000. Ч. II – 559 с.
2. Р.М. Кроновер. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. М: Постмаркет, 2000. – 352 с.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 5. Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова. М: Издат. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 287 с.

Автор статьи:

Завьялов

Валерий Михайлович

- канд.техн.наук, доц. каф. электропривода и автоматизации

УДК 62-83-52:621.3.025.3

А.В. Стародуб, И.Ю. Семыкина

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СКОРОСТНОГО ГРАДИЕНТА

В [2] была рассмотрена система управления угловой скоростью асинхронного двигателя (АД), построенная на базе регулятора момента, синтезированного с помощью алгоритма скоростного градиента, предложенного в [1]. Однако в [1,2] исследования проводились для условий, при которых напряжение статора являлось непрерывной гладкой функцией времени, тогда как на практике

современные инверторы формируют напряжение посредством широтно-импульсного модулятора (ШИМ), что оказывается на результатах регулирования угловой скорости. Для проверки качества работы представленной в [2] системы регулирования угловой скорости, было произведено ее компьютерное моделирование с учетом ШИМ напряжения на выходе инвертора. Результаты модели-

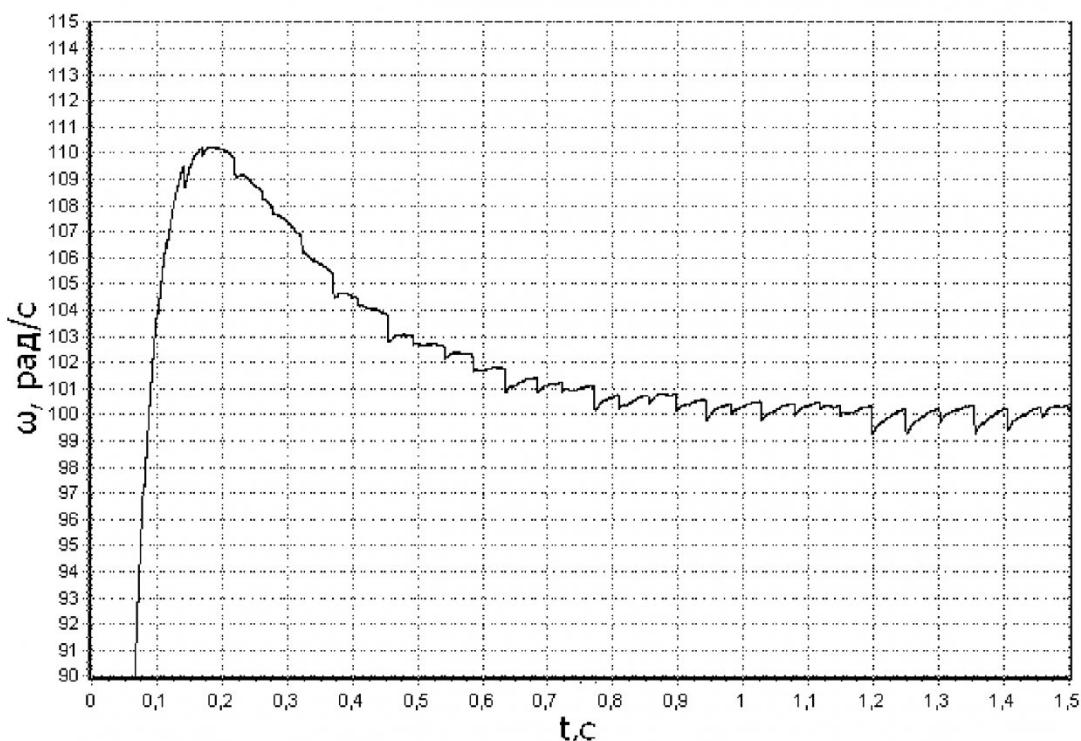


Рис. 1. Результаты компьютерного моделирования работы системы регулирования угловой скорости, основанной на управлении моментом с помощью алгоритма скоростного градиента с учетом ШИМ

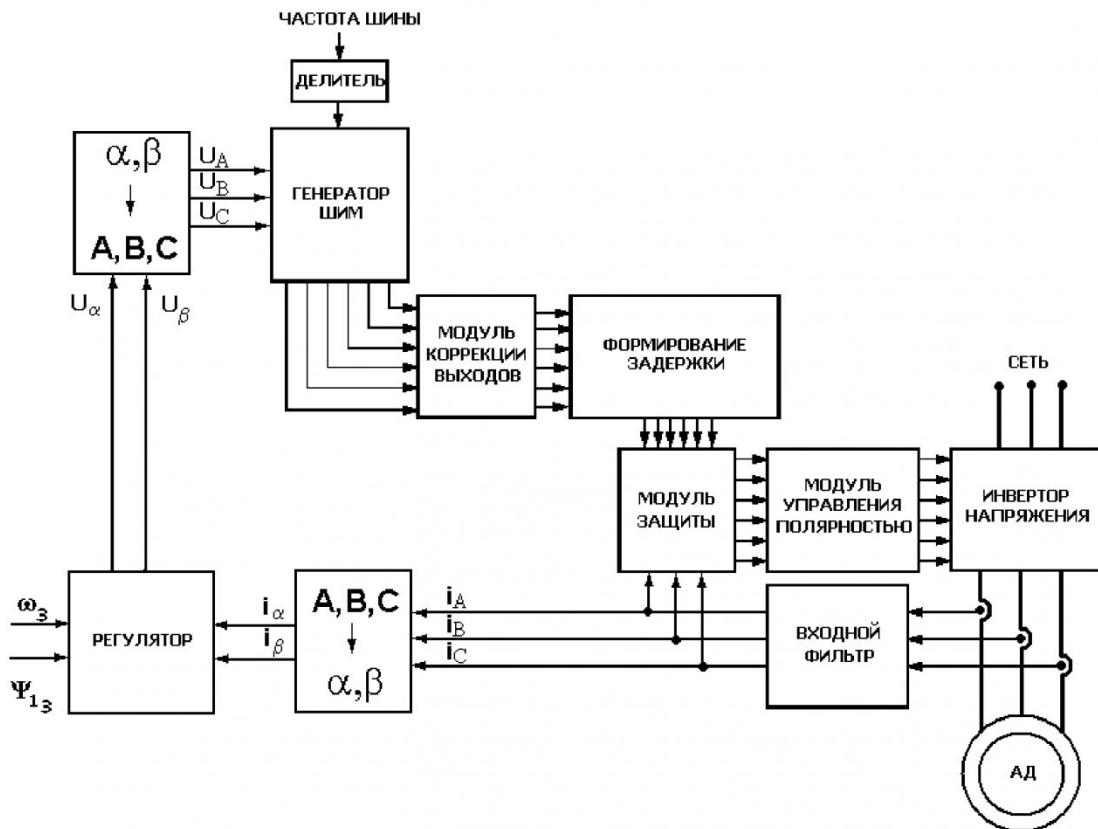


Рис.2. Структура автономного инвертора напряжения с системой управления, полученной на базе метода скоростного градиента

рования режима пуска с номинальной нагрузкой показаны на рис. 1, при этом частота модуляции ШИМ составляет 4880 Гц.

Переходные процессы в АД с учетом инвертора существенно отличаются от результатов, полученных моделированием в идеальных условиях: все переменные двигателя (потокосцепления, угловая скорость и т.д.) приобретают колебательный характер. Однако регулируемые переменные находятся в окрестностях заданных значений, что свидетельствует о достижении цели управления.

Для реализации этой системы на практике был изготовлен автономный инвертор напряжения, управляемый согласно описанному в [1,2] закону. Систему управления этим инвертором можно разделить на две части: формирующую управляющие сигналы для силовых инверторов и реализующую закон управления. С точки зрения схемной реализации в разработанном инверторе напряжения можно выделить три основные части: силовая схема, схема управления ключами инвертора и измерительная схема.

Система управления имеет в качестве входов заданные величины угловой скорости и потокосцепления статора. Регулятор отрабатывает эти задания и формирует задание составляющих напряжения статора в неподвижной системе координат, поступающее на вход формирователя управляющих импульсов инвертора. Формирователь, чтобы обеспечить надежность работы системы, должен реализовывать ряд защит. Структурная

схема разработанной системы, показана на рис. 2. Надо отметить, что в состав структуры входят блоки координатных преобразований, преобразующие двухфазный сигнал, формируемый системой управления, в сигналы задания напряжения каждой фазы двигателя и трехфазный сигнал тока статора в двухфазный сигнал. Значение частоты модуляции ШИМ формируется с помощью делителя из тактовых сигналов процессора. Сигналы задания напряжения поступают в генератор ШИМ, на выходе которого формируются импульсы управления ключами инвертора. При необходимости, выходы генератора ШИМ подвергаются коррекции, для чего служит модуль коррекции выходов.

Поскольку запирание ключей инвертора происходит за конечный промежуток времени, импульсы управления ключами инвертора обрабатываются в блоке формирования задержки, которая предотвращает короткое замыкание в цепи постоянного тока. Прежде чем поступить непосредственно на драйверы, импульсы управления проходят модуль управления полярностью.

Модуль защиты в этой структуре служит для выработывания сигнала на запирание ключей, в случае выхода какого либо контролируемого параметра (например, напряжения на выходе выпрямителя) за заданные пределы. Фильтр на входе модуля защиты служит для предотвращения ложных срабатываний. Все элементы формирователя управляющих импульсов для инвертора на рис. 2

практически представляют собой аппаратный ШИМ микроконтроллера DSP56F803.

При программной реализации закона управления можно выделить два этапа. Первый этап заключается в получении с датчиков тока значений токов статора в каждой фазе, а затем их преобразования из трехфазной системы координат в двухфазную. Второй этап заключается в вычислении управляющего воздействия. Помимо непосредственно преобразования координат, осуществляется буферизация токов, т.е. вычисление среднего значения тока за период времени вычисления управляющего воздействия. Это необходимо для решения дифференциальных уравнений оценки потокосцеплений при вычислении управляющего воздействия.

При вычислении управляющего воздействия последовательно осуществляется решение дифференциального уравнения оценки потокосцепления статора. Далее осуществляется ряд проверок, выполняемых с целью обеспечения корректного определения углового положения поля в пространстве. После определения углового положения поля, алгоритм вычисления управляющего воздействия обеспечивает вычисление частоты поля статора, электромагнитного момента и частоты скольжения. При вычислении управляющего воздействия так же обеспечивается определение заданного момента, являющегося выходным сигналом ПИ – регулятора скорости. После получения значения всех необходимых переменных, производится непосредственно вычисление управляющего воздей-

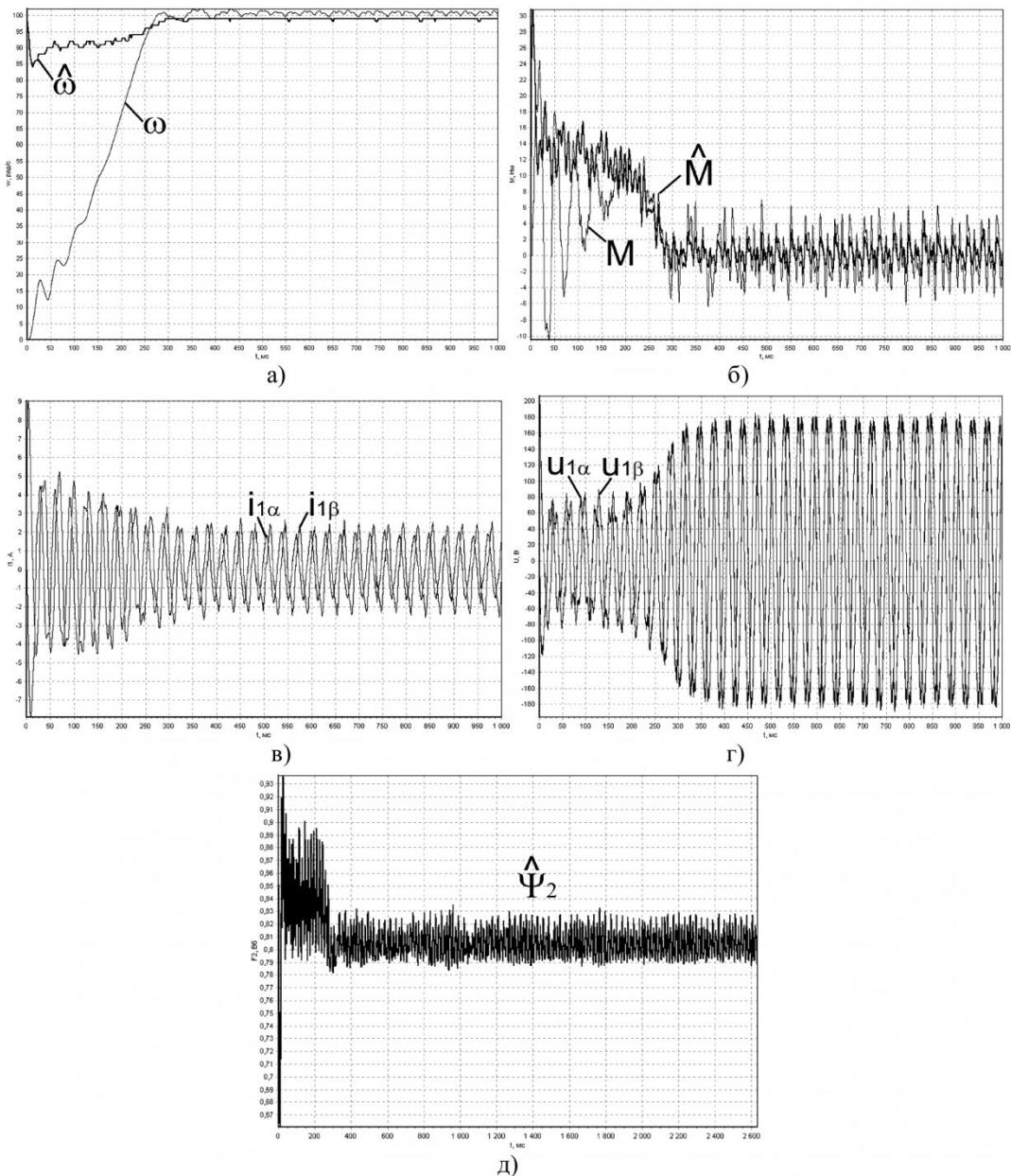


Рис. 3. Переходные процессы при пуске: а) реальная и оцененная угловая скорость; б) реальный и оцененный момент; в) токи двигателя при пуске в двухфазной системе координат; г) основная гармоника напряжения двигателя при пуске в двухфазной системе координат; д) переходный процесс оцененного потокосцепления ротора при пуске

ствия.

В соответствии с вышеизложенным составлена программа для управляющего микроконтролера. Программа написана в среде CodeWarrior на языке программирования ассемблер. Изготовленный преобразователь был испытан на кафедре электропривода и автоматики КузГТУ с использованием испытательного стенда. Результаты испытаний показали, что динамика работы реальной системы несколько отличаются от результатов компьютерного моделирования, причем основные отличия наблюдаются в переходных режимах работы, что связано с ошибкой наблюдателя, оценивающего потокосцепления и угловую скорость двигателя, а в установившихся режимах работы разница незначительна.

На рис. 3,а-г показаны переходные процессы при пуске двигателя вхолостую. Здесь видно имеется расхождение между реальными и оцененными переменными двигателя в начале переходных процессов, однако этот факт мало влияет на качество работы системы. Ошибка регулирования угловой скорости при этом составляет порядка 1,2 %. Можно так же отметить, что при пуске наблю-

даются колебания момента, амплитуда которых не превышает 25 Нм, что является приемлемым для данного типа двигателя.

На рис. 3,д показан переходный процесс оцененного потокосцепления ротора при пуске. Если принять оцененные данные достоверными в установленвшемся режиме, и косвенно оценивать с помощью этого графика ошибку регулирования потокосцепления статора, то величина этой ошибки составляет порядка 5-10%.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что в ходе практических испытаний была доказана работоспособность системы регулирования угловой скорости на основе метода скоростного градиента, а так же подтверждены (в пределах инженерной точности) показатели регулирования, полученные методом компьютерного моделирования. Таким образом, разработанную систему управления АД можно рекомендовать для использования в промышленных установках, требующих регулирование угловой скорости с точностью выше 2% и работающих в повторнократковременных режимах работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Завьялов В.М., Неверов А.А., Семыкина И.Ю. Многокритериальное управление асинхронным электроприводом // Вестн. КузГТУ, 2005. - №1 – С.81-84.
2. Завьялов В.М., Семыкина И.Ю. Энергооптимальное управление скоростью асинхронного электропривода // Вестн. КузГТУ, 2005. - №4-2 – С.21-23.

Авторы статьи:

<p>Стародуб Александр Владимирович - инженер кафедры электропривода и автоматизации</p>	<p>Семыкина Ирина Юрьевна - инженер кафедры электропривода и автоматизации</p>
---	--