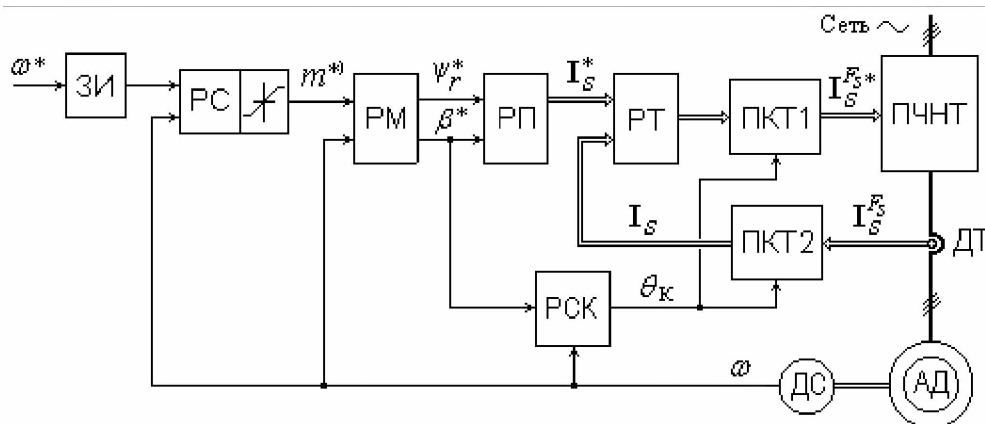


РЕЖИМОВ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Для проведения экспериментальных исследований энергоэффективных режимов управления асинхронным двигателем в лаборатории кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ГОУ ВПО УГТУ–УПИ создана экспериментальная установка. Она представляет собой частотно-регулируемый полупроводниковый электропривод с микропроцессорной системой управления, устройством нагрузки, комплектом контрольно-измерительных приборов. Установка предназначена для решения следующих задач: экспериментального исследования характеристик асинхронного двигателя как объекта оптимального управления в статических и динамических режимах; проверки возможности практической реализации законов оптимального управления; исследования эффективности статических законов управления электроприводом, работающим в динамических режимах; отработки вопросов, связанных с комплексной оптимизацией режимов двигателя в системе электропривода.

Система автоматического управления (САУ) электропривода построена с использованием принципов подчиненного регулирования координат и является одним из вариантов векторных САУ с ориентацией поля ротора в системе координат с управлением скольжением [1]. Функциональная схема САУ, представлена на рисунке. Синтез регуляторов выполнен по методике, приведенной в работе [1], с учетом возможности реализации в САУ законов оптимального управления. В непрерывном варианте параметры регуляторов составляющих токов статора и скорости соответствуют настройке на модульный оптимум. Полученные в результате синтеза непрерывные алгоритмы регуляторов преобразованы к дискретным алгоритмам, которые реализованы с помощью персонального компьютера.



Функциональная схема САУ асинхронного электропривода:

ПЧНТ – преобразователь частоты с непосредственной связью, работающий в режиме источника тока; АД – асинхронный двигатель; ПКТ1 и ПКТ2 – преобразователи координат токов статора; РТ, РП, РМ, РС и РСК – регуляторы составляющих токов статора, потокоцеплений ротора, момента, скорости и абсолютного скольжения; ДТ и ДС – датчики токов статора и скорости; ЗИ – задатчик интенсивности

Для проведения экспериментальных исследований разработан комплекс методик: методика подготовки исходных данных для проведения экспериментов, методика снятия экстремальных характеристик в установившихся и переходных режимах работы двигателя, методика экспериментального определения законов оптимального управления по минимуму потерь энергии и времени переходного процесса при пуске и торможении электропривода, методика снятия механических, электромеханических и энергетических характеристик электропривода при оптимизации его режимов по различным критериям качества, а также методика испытания асинхронного электропривода при комплексной оптимизации его режимов [2]. Ниже приводятся представляющие практический интерес общие выводы, полученные по результатам проведенных экспериментальных исследований.

Исследования реакций САУ электропривода на линейно изменяющиеся управляющие воздействия, формируемые задатчиком интенсивности при пуске и торможении. Получена сравнительная оценка качества

переходных процессов при реализации в САУ законов управления при постоянстве модуля вектора потокосцеплений ротора и по минимуму тока статора при ограничении потока ротора снизу. В обоих случаях обеспечиваются переходные процессы по скорости, близкие к типовым процессам систем подчиненного регулирования электроприводов постоянного тока с настройкой регуляторов на модульный оптимум. Причем, переходные процессы по скорости практически идентичны. В то же время ток статора при оптимальном законе управления в переходном режиме заметно меньше, чем при управлении с постоянством потокосцепления ротора. При постоянстве реактивного момента статического сопротивления эффективность оптимального закона управления по минимуму тока возрастает с увеличением интенсивности пуско-тормозных режимов, а при постоянстве темпа изменения скорости при пуске – с увеличением (при торможении с уменьшением) момента нагрузки. Известно [3], что режим управления по минимуму тока статора близок по энергетической эффективности к оптимальному режиму управления по минимуму суммарных потерь энергии АД. В частности, при управлении по минимуму тока статора обеспечиваются минимальные электрические потери в обмотке статора, что благоприятно сказывается на нагреве двигателя.

Исследования электрических потерь энергии в обмотке статора в переходных режимах электропривода при линейно изменяющихся воздействиях, формируемых задатчиком интенсивности. При реализации в САУ электропривода законов управления при постоянстве модуля вектора потокосцеплений ротора и по минимуму тока статора получена сравнительная оценка электрических потерь энергии в обмотке статора. За время пуска от состояния покоя до скорости, равной 1/3 синхронной скорости двигателя вычислялись электрические потери энергии в обмотке статора. Пуск производился от задатчика интенсивности с различным постоянным темпом: 750, 1000 и 1500 об/мин/с. Момент нагрузки электропривода соответствовал моменту холостого хода агрегата. Экспериментальные исследования показали, что при пуске с постоянным ускорением обеспечивается при управлении по минимуму тока статора энергосберегающий эффект, который в интервале сохранения постоянства пускового момента практически соответствует энергетическому эффекту закона экстремального управления при фиксированной скорости и момента нагрузки. Таким образом, закон оптимального управления по минимуму тока статора, полученный без учета электромагнитных процессов, является хорошим приближением к оптимальному закону по минимуму потерь энергии, учитывающему электромагнитные процессы в двигателе. При одном и том же постоянном темпе разгона двигателя энергетический эффект повышается с увеличением момента статического сопротивления. Объясняется это тем, что с увеличением момента нагрузки при условии постоянства ускорения от двигателя требуется больший электромагнитный момент. Как следует из анализа оценок эффективности режима управления по минимуму тока статора [4], с увеличением момента двигателя в области перегрузок энергетическая эффективность закона управления по минимуму тока статора повышается. Данный вывод нашел экспериментальное подтверждение в том, что энергетический эффект от применения закона оптимального управления по минимуму тока статора при пуске с постоянным ускорением возрастает с увеличением момента статического сопротивления.

Исследования реакций САУ электропривода на ступенчато изменяющийся момент нагрузки. При тех же законах управления проведено исследование показателей качества переходных процессов при набросе и сбросе нагрузки. При пропорциональном регуляторе скорости проведена серия экспериментов, показавшая влияние на качество переходных процессов величины потокосцепления ротора, ограничивающая поток двигателя снизу при управлении по минимуму тока статора. Наилучшие результаты по показателям качества переходных процессов по скорости при набросе нагрузки достигаются при условии, когда поток ротора снизу ограничен на уровне номинального значения. В этом случае показатели качества САУ электропривода при реализации законов управления по минимуму тока статора и при постоянстве потока ротора практически совпадают.

Литература

1. Шрейнер Р.Т. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами / Р.Т. Шрейнер, Ю.А. Дмитренко. Кишинев: Штиинца, 1982. 224 с.
2. Поляков В.Н. Экстремальное управление асинхронным электроприводом при ограничении тока и напряжения / В.Н. Поляков, А.А.Таран, Р.Т. Шрейнер // Электротехника, электромеханика и электротехнологии: материалы науч.-техн. конф. с международным участием. Новосибирск: НГТУ, 2003. С. 56-61.
3. Мищенко В.А. Оптимизация частотно-управляемого асинхронного электропривода по минимуму тока: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.А. Мищенко. Свердловск, 1969. 17 с.
4. Поляков В.Н. Экстремальное управление электрическими двигателями / В.Н. Поляков, Р.Т. Шрейнер; Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Р.Т. Шрейнера. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 420 с.