Записки Ленинградского горного института
Т. 128. СПб, 1991

УДК 621.314.718

Е.В.РАСПОПОВ

УПРАВЛЕНИЕ ПРИВОДОМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПОСТОЯНСТВОМ МОЩНОСТИ

Принцип трансвекторного управления приводами переменного тока нашел широкое применение как в зарубежной, так и в отечественной практике [2, 3 и др.]. Устройства управления, использующие этот принцип, позволяют регулировать магнитный поток, вращающий момент, скорость двигателей переменного тока по отклонению между заданными и текущими значениями величин с помощью соответствующих каналов регулирования. В основном эти устройства имеют два канала: канал управления модулем потокосцепления и канал управления скоростью двигателя, построенные по принципу подчиненного регулирования. Эти системы стабильно работают в условиях электроснабжения от мощных источников, поскольку изменения нагрузки приводных двигателей не оказывают существенного влияния на источник электроэнергии (отклонения напряжения и частоты источника при этих колебаниях не выходят за нормированные пределы).

Общим недостатком систем трансвекторного управления является то, что они не обеспечивают поддержание постоянства мощности, потребляемой приводным двигателем при изменении его скорости. Это ограничивает их применение в условиях питания привода от источника электроэнергии соизмеримой мощности, что имеет место при работе в полевых условиях, на судах, в летательных аппаратах (подъемные устройства, вaерные лебедки и т.п.). Указанный недостаток систем трансвекторного управления можно устранить путем организации контура регулирования мощности, развиваемой двигателем.

Как известно [2, 3], при трансвекторном методе электромагнитный момент машины переменного тока при опорном векторе потокосцепления ротора может быть представлен в виде

$$M = \frac{3}{2} p k_r |\phi_r| \, i_2 ,$$

где i_2 - активная составляющая тока статора; $|\phi_r|$ - модуль опорного вектора потокосцепления ротора; k_r - коэффициент потокосцепления ротора; p - число пар полюсов двигателя.

Тогда мощность двигателя определяется как

$$P = M\omega = \frac{3}{2} p k_r |\phi_r| \, i_2 \omega ,$$

где ω - угловая скорость двигателя.

При постоянстве модуля потокосцепления ротора допустимо принять постоянство коэффициента связи активного тока с моментом двигателя, т.е.

$$k_p = \frac{3}{2} p k_r |\phi_r| \approx \text{const},$$

при этом мощность двигателя можно записать так:

$$P = k_p i_2 \omega.$$

Эта зависимость показывает, что для выявления сигнала, пропорционального текущему значению мощности двигателя, достаточно применить множительный блок с коэффициентом связи k_p, на два входа которого подаются сигналы тока двигателя i_2 и угловой скорости ω. Если теперь сигнал, пропорциональный текущему значению мощности, ввести на вход регулятора скорости системы трансвектор, то этот регулятор будет выполнять функции регулятора мощности. Ограничение мощности двигателя при этом достигается ограничением сигнала задания на регулятор мощности, а ограничение момента двигателя - ограничением задания на вход регулятора тока РТ2, т.е. ограничением выходного сигнала регулятора мощности, что осуществляется применением блока ограничения [I].

На рис.I приведена упрощенная функциональная схема трансвекторного управления приводом переменного тока (система ТПЧ-АД) с введением указанных связей и блоков, позволяющих реализовать управление приводом с постоянством мощности двигателя. На схеме приведены обозначения: ТПЧ - тиристорный преобразователь частоты; ДТ - датчик текущих значений токов статора двигателя М; ДП - встроенный в двигатель датчик потокосцепления ротора; ДС - датчик скорости двигателя; БПКП, БОКП - блоки соответственно прямых и обратных координатных преобразований; ББМП - блок выявления модуля потокосцепления; РП и РТ1 - регуляторы модуля потокосцепления ротора и намагничивающего тока двигателя i_1; РМ и РТ2 - регуляторы мощности двигателя и активного тока двигателя i_2; БО и БМ - блоки ограничения и множительный. Все блоки, указанные на схеме, являются унифицированными, на них реализуются типовые системы управления с последовательной коррекцией.

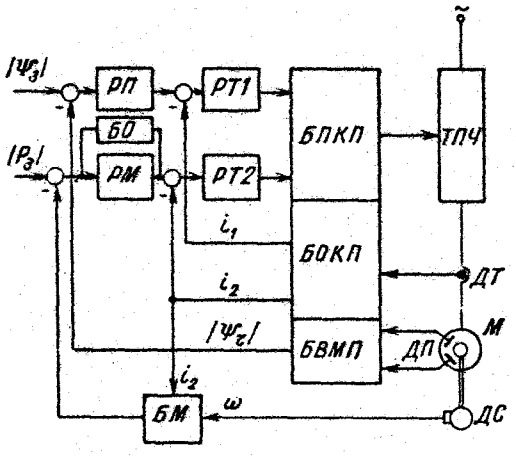


Рис.1. Функциональная схема управления приводом переменного тока с постоянством мощности

Рассмотренная система типа трансвектор с контуром регулирования мощности осуществляет управление скоростью двигателя при изменении нагрузки в соответствии с выражением

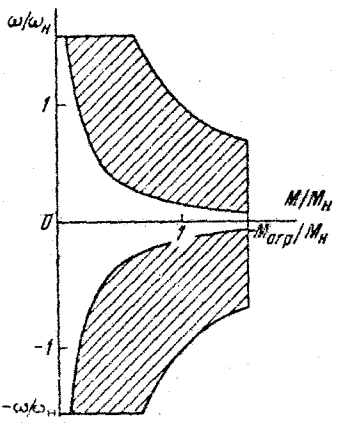


Рис.2. Механические характеристики привода переменного тока с постоянством мощности

$$\omega = \frac{P_э}{M},$$

где $P_э = \text{const}$ – заданный уровень мощности двигателя.

При таком управлении электропривод обеспечивает семейство механических характеристик, располагающихся в указанных на рис.2 зонах для прямого и обратного направлений вращения. Показанные зоны ограничены механическими характеристиками, соответствующими минимальному и максимальному уровням мощности. Характеристики с промежуточными уровнями мощности располагаются внутри этих зон. Ограничение предельного момента двигателя $M_{огр}$ осуществляется ограничением тока i_2.

Положительным эффектом рассмотренного управления является обеспечение работы двигателя переменного тока с постоянством потребляемой мощности при изменениях нагрузки до момента ограничения. Это повышает надежность работы и качество электроэнергии энергетических установок ограниченной мощности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.с. 1487727 СССР. Электропривод /Е.В.Распопов, Г.Т.Куляпин //Бюл. изобр. 1989. № 11.

2. Дартау В.А., Рудаков В.В. Векторное управление машинами переменного тока // Зап. ЛГИ. 1976. Т.70, вып. 1.

3. Слежановский О.В., Дацковский Л.Х., Кузнецов Н.С. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями. М.: Энергоатомиздат, 1983.