

УДК 621.06

АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Булка Д.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Константинова С.В.

В настоящее время автоматизация глубоко внедрилась в промышленность, транспорт, сельское хозяйство, оборонную технику, быт. Широко распространенными элементами автоматики и телемеханики являются электрические машины малой мощности (от долей до 600 ватт), которые принято называть электрическими микромашинами (ЭМ).

По мере развития вычислительных техники и других компактных средств обработки и представления информации электрические микромашины требуют совершенствования, поскольку в они уже часто сдерживают повышение качественных показателей приборов, а в следствие технологического процесса. Особенно необходимо повышать ресурс микромашин, снижать потребление энергии и тепловыделение, уменьшать массу и габариты, снижать уровень акустических шумов, массу и габариты, увеличивать быстродействие и т.д.

Асинхронные микромашины (АММ), как наиболее распространённый тип микромашины, удовлетворяют требованиям большинства электроприборов и аппаратов, отличаясь низкой стоимостью и уровнем шума, высокой надежностью, не требуют ухода и не содержат подвижных контактов.

Асинхронные микродвигатели с короткозамкнутым ротором, как трехфазные, так и однофазные (с пусковым и рабочим фазосдвигающим элементом; с экранированными полюсами), являются самыми распространенными типами.

Асинхронные микродвигатели применяются в качестве измерительных устройств (датчики момента, резольверы, тахогенераторы), в качестве исполнительных электродвигателей систем автоматики, микрогенераторов.

Асинхронные микродвигатели имеют ряд преимуществ по сравнению с другими типами машин, в частности с коллекторными:

- 1) простота конструкции и низкая стоимость производства;
- 2) отсутствие источника радиопомех;
- 3) работа двигателя с малым шумом;
- 4) простота и надежность в эксплуатации.

К недостаткам асинхронных двигателей следует отнести относительно плохие регулировочные характеристики, что компенсируют при помощи частотного управления.

В трехфазном асинхронном двигателе трехфазная статорная обмотка подключена к источнику переменного тока. Статорные обмотки микродвигателя при этом могут быть соединены в треугольник или звезду. Роторная обмотка асинхронных двигателей выполняется в виде беличьей клетки, применяется на напряжения в диапазоне 36...380 В.

Для микродвигателей в большинстве случаев применяют прямой пуск, то есть непосредственное включение двигателя в сеть под номинальное напряжение. При таком способе пуска двигатель потребляет большой пусковой ток и развивает небольшой пусковой момент. Двигатели малой мощности обычно проектируют так, чтобы при непосредственном подключении обмоток статора к сети, возникающие пусковые токи не создавали чрезмерных электродинамических усилий и превышения температуры, опасных с точки зрения механической и термической прочности основных элементов двигателя.

Особенностью АММ является то, что: с увеличением нагрузки $\cos\phi$ возрастает и при номинальной нагрузке находится в пределах 0,6...0,8; коэффициент полезного действия обычно составляет 0,4...0,65.

Очень важным фактором является обеспечение устойчивой работы микромашины. Устойчивость зависит от конкретных условий эксплуатации, в частности от формы механической характеристики двигателя и приводимого им во вращение механизма. При этом под устойчивостью будем понимать способность двигателя восстанавливать

установившуюся скорость вращения при кратковременных возмущениях (напряжения питания, изменениях нагрузки и т.п.).

Рассмотрим условие равновесия моментов, приложенных к ротору двигателя

$$M = M_{СТ} + J \cdot d\omega_2 / dt ,$$

где M – электромагнитный момент двигателя;

$M_{СТ}$ – статический момент нагрузки;

$J \cdot d\omega_2 / dt$ – динамический момент, зависящий от момента инерции вращающихся масс J и ускорения ротора $d\omega_2 / dt$.

При $M = M_{СТ}$ $d\omega_2 / dt = (M - M_{СТ}) / J = 0$, (1)

то есть, ротор вращается с установившейся скоростью. Если $M > M_{СТ}$, ротор будет ускоряться, а при $M < M_{СТ}$ – замедляться.

На рисунке 1 для примера приведено несколько типичных механических характеристик механизмов. (1 – нагрузка с постоянным моментом, 2 – вентиляторная характеристика, 3 – нагрузка с постоянной мощностью.)

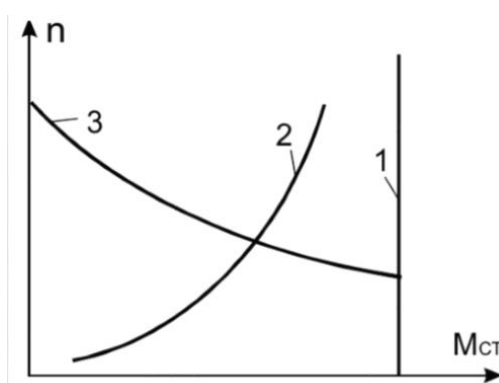


Рисунок 1. Механическая характеристика некоторых механизмов

Рассмотрим работу асинхронного двигателя на рисунке 2, приводящего во вращение механизм с падающей механической характеристикой (кривая 3 на рис 1).

В этом случае условие $M = M_{СТ}$ выполняется в точках А и В при значениях скорости вращения n_A и n_B . В точке В при малейшем изменении момента нагрузки и возникающем в результате этого отклонении скорости вращения от установившегося значения появляется избыточный замедляющий или ускоряющий момент $\pm (M - M_{СТ})$, увеличивающий это отклонение. Например, при случайном увеличении момента, в соответствии с выражением (1), ротор двигателя начинает замедляться.

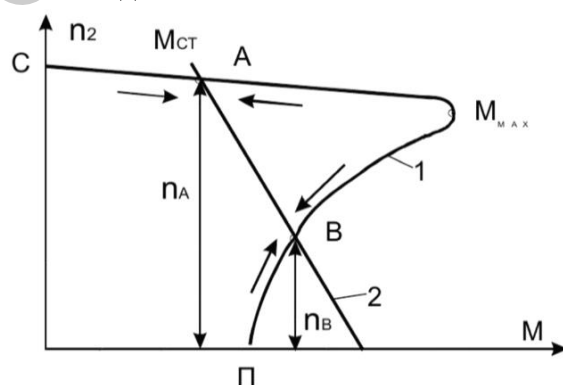


Рисунок 2. К определению статической устойчивости

В точке А режим работы двигателя будет устойчивым, так как при случайном увеличении момента $M_{СТ}$ и замедлении ротора электромагнитный момент двигателя M будет возрастать. Когда момент M станет равен новому значению $M_{СТ}$, двигатель снова будет работать с установившейся, но несколько меньшей скоростью вращения.

Таким образом, асинхронный двигатель при работе на части $C - M_{\text{MAX}}$ механической характеристики обладает свойством внутреннего саморегулирования, благодаря которому его вращающий момент автоматически регулируется по закону $M = M_{\text{СТ}}$. Регулирование осуществляется за счет увеличения или уменьшения скорости вращения ротора.

При работе двигателя с механизмом, имеющим так называемую вентиляторную характеристику (кривая 2 на рис. 1), устойчивая работа возможна и на части $M_{\text{MAX}} - П$ механической характеристики, то есть при $S > S_{\text{кр}}$. Однако при этом в обмотках статора резко возрастают потери и резко снижается коэффициент полезного действия двигателя.

Большое значение для обеспечения устойчивой работы асинхронных двигателей имеет качество энергоснабжения. Вращающий момент асинхронного двигателя зависит от квадрата амплитуды питающего напряжения. Поэтому даже незначительное уменьшение напряжения сказывается на величине максимального момента, приводит к отклонению заданных параметров производства, а может вызвать и остановку двигателя.

Отклонение напряжения на 2% от номинального значения, приводит к увеличению погрешности на 4% бесконтактных датчиков построенных на асинхронных микромашинах.

На практике часто для работы от однофазной сети используют трехфазные двигатели. В этом случае для образования вращающегося магнитного поля (чаще эллиптического) используются обмотки всех трех фаз, в которых с помощью фазосдвигающих элементов создается обычно несимметричная трехфазная система токов.

С точки зрения надежности ЭМММ, при их проектировании следует обратить внимание на:

- а) правильный выбор коэффициента заполнения паза;
- б) применение высококачественных смазок;
- в) обеспечение достаточно жестких конструкций;
- г) правильный выбор величины воздушного зазора, так как при малых воздушных зазорах даже при небольшой выработке подшипников появляется неравномерность воздушного зазора, что приводит к увеличению нагрузки на подшипники, усилению вибраций;
- д) выбор качественных материалов и комплектующих изделий;
- е) назначение обоснованных допусков и запасов для ограничения технологического разброса.
- ж) правильный выбор обоснованных запасов по температуре нагревания обмоток, учитывающих возможность перегрузки и неточность тепловых расчётов.

Литература

1. Ю.В. Степановский «Преобразующие устройства приборов»
2. В.А. Лифанов «Электрические машины систем автоматики и бытовой техники»
3. Н.П. Ермолин «Электрические машины малой мощности»