

КАСКАДНЫЙ БЕСКОНТАКТНЫЙ СИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

А. И. СКОРОСПЕШКИН, М. Л. КОСТЫРЕВ, А. П. ФЕЛЬЗИНГ

(Рекомендована семинаром кафедр электрических машин и общей электротехники)

Обладая высокой надежностью и не требуя тщательного ухода в процессе эксплуатации, бесконтактные синхронные двигатели (БСД) находят все более широкое применение в различных отраслях народного хозяйства, особенно в условиях, где наличие скользящего контакта недопустимо. В настоящее время доказана эффективность применения БСД малой мощности (1,1—10 кВт) [1, 2]. Однако существующие бесконтактные синхронные двигатели (когтеобразные с внешнезамкнутым магнитопроводом, с вращающимися полупроводниковыми выпрямителями) имеют ряд существенных недостатков:

- 1) значительные габариты и вес;
- 2) низкий входной момент;
- 3) недостаточная надежность двигателей с вращающимися выпрямителями;
- 4) при питании от сети повышенной частоты (300—400 гц) для получения приемлемой скорости приходится увеличивать число полюсов, что ухудшает весовые и энергетические показатели двигателя.

В связи с этим необходимо поиск новых, более совершенных схем БСД. Нами была исследована схема каскадного бесконтактного синхронного двигателя, приведенная на рис. 1 [3].

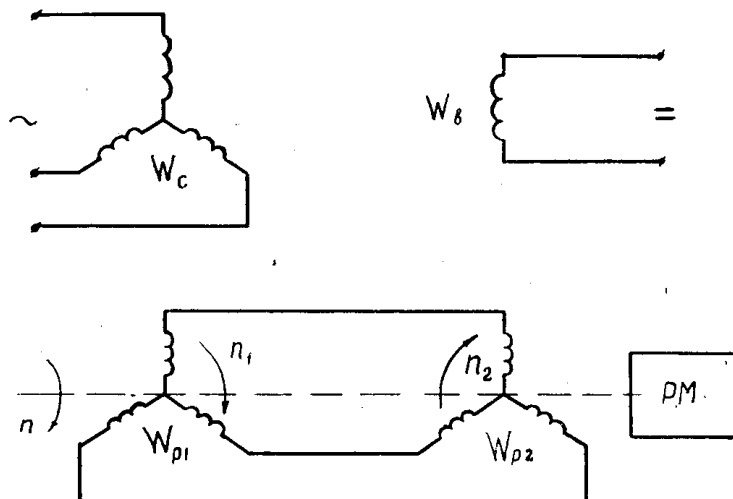


Рис. 1. Схема каскадного бесконтактного синхронного двигателя

Двигатель представляет собой каскад, состоящий из двух асинхронных машин, совмещенных в одном магнитопроводе. Первичная обмотка второй машины (W_{p2}) уложена в пазы ротора и электрически соединена со вторичной обмоткой первой машины (W_{p1}). Роль обмотки возбуждения в синхронном режиме выполняет вторичная обмотка (W_B) второй машины, уложенная в пазы статора. При включении трехфазной обмотки статора (W_C) первой машины в сеть в воздушном зазоре возникает магнитное поле, вращающееся со скоростью

$$n_1 = \frac{f_1}{p_1},$$

где

f_1 — частота сети,

p_1 — число пар полюсов первой машины.

Каскад начинает работать как обычный асинхронный двигатель с введенным в цепь ротора добавочным сопротивлением. При этом в обмотке ротора W_{p1} наводится э. д. с. с частотой

$$f_{p1} = (n_1 - n)p_1 = f_1 - n \cdot p_1,$$

где n — скорость вращения ротора.

По обмотке W_{p2} , подключенной к обмотке W_{p1} таким образом, что создаваемое ею магнитное поле вращается встречено ротору, протекает ток той же частоты. Вторичная обмотка второй машины W_B включается на источник постоянного тока. Создаваемый ею магнитный поток наводит в обмотке W_{p2} э. д. с. с частотой

$$f_{p2} = p_2 \cdot n,$$

где p_2 — число пар полюсов второй машины.

Ротор каскада будет увеличивать скорость вращения до тех пор, пока не возникнет достаточный синхронизирующий момент и двигатель втянется в синхронизм. При этом магнитное поле обмотки W_{p2} будет неподвижным относительно статора, а частоты э. д. с. в обмотках W_{p1} и W_{p2} равными

$$f_1 - p_1 n = p_2 n.$$

Отсюда синхронная скорость вращения

$$n = \frac{f_1}{p_1 + p_2}.$$

Синхронная скорость каскада определяется частотой сети и суммарным числом пар полюсов совмещаемых машин.

Исследования работоспособности такого каскадного БСД были проведены на модели, изготовленной на базе асинхронного двигателя А0-32-6. На рис. 2 приведены механические характеристики каскада $n=f(M)$. Следует отметить, что, хотя машина получилась и не оптимальной, каскад все же устойчиво работал с синхронной скоростью при достаточно широком диапазоне изменения нагрузки. Двигатель запускался и самосинхронизировался под нагрузкой, выдерживал внезапный сброс и наброс нагрузки, не выпадая из синхронизма. Схема позволяет регулировать $\cos\phi$ каскада (рис. 3). Однако развиваемая каскадом номинальная мощность в синхронном режиме примерно в два раза меньше номинальной мощности асинхронного двигателя с такой же скоростью вращения.

В целом по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Каскадный бесконтактный синхронный двигатель развивает значительно меньшую мощность по сравнению с асинхронным короткозамк-

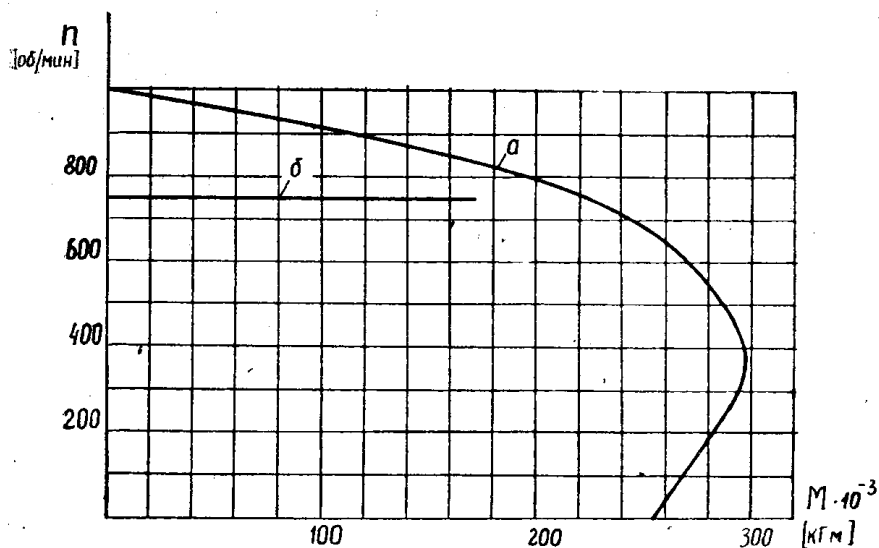


Рис. 2. Механические характеристики двигателя:
 а — асинхронный режим (W_{p1} замкнута),
 б — синхронный режим

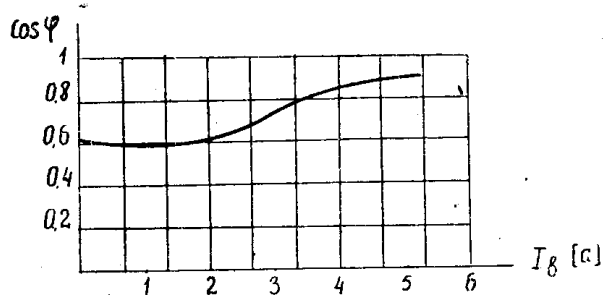


Рис. 3. Регулирование $\cos \varphi$ двигателя при постоянной нагрузке на валу ($M=0,11$ кгм)

нутым двигателем в тех же габаритах при одинаковой синхронной скорости вращения.

2. Увеличение мощности в синхронном режиме связано с расширением области устойчивой работы каскадного БСД, что может быть получено соответствующим подбором параметров и характеристик совмещаемых машин.

3. Регулируя степень возбуждения, можно изменять реактивную составляющую тока, потребляемого из сети.

4. Так как синхронная скорость каскада определяется суммарным числом пар полюсов совмещаемых машин, то двигатель такого типа выгодно применять в электроприводах повышенной частоты (300, 400 гц), если требуется получить низкую скорость вращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Куцевалов. Бесконтактные синхронные электродвигатели для привода производственных механизмов. Институт энергетики АН Латв. ССР, т. 12, 1966.
2. Ю. Ф. Вайварс. Некоторые экономические сравнения бесконтактных синхронных и асинхронных двигателей. Институт энергетики АН Латв. ССР, т. 16, 1963.
3. E. Mishkin. Poly-field Alternating—Current Induction Machines. Патент США, № 2966623, 27, 12, 1960.