

## 38 Синхронные машины специального назначения

**Синхронные машины с постоянными магнитами** (магнитоэлектрические) не имеют обмотки возбуждения на роторе, а возбуждающий магнитный поток у них создается постоянными магнитами, расположенными на роторе. Статор этих машин обычной конструкции с двух- или трёхфазной обмоткой.

Такие двигатели чаще всего изготовляют на небольшие мощности и применяют в приборостроении и устройствах автоматики для привода механизмов, требующих постоянства частоты вращения ротора. Синхронные генераторы с постоянными магнитами применяют реже, главным образом в качестве автономно работающих генераторов повышенной частоты малой и средней мощности.

**Синхронные магнитоэлектрические двигатели** получили распространение в двух конструктивных исполнениях: с радиальным и аксиальным расположением постоянных магнитов.

При *радиальном расположении* постоянных магнитов пакет ротора с пусковой клеткой, выполненный в виде полого цилиндра, закрепляют на наружной поверхности явно выраженных полюсов постоянного магнита. В цилиндре делают межполюсные прорезы, предотвращающие замыкание потока постоянного магнита в этом цилиндре (рис. 5.19, а).

При *аксиальном расположении* магнитов конструкция ротора аналогична конструкции ротора асинхронного короткозамкнутого двигателя. К торцам этого ротора прижаты кольцевые постоянные магниты (рис. 5.19, б).

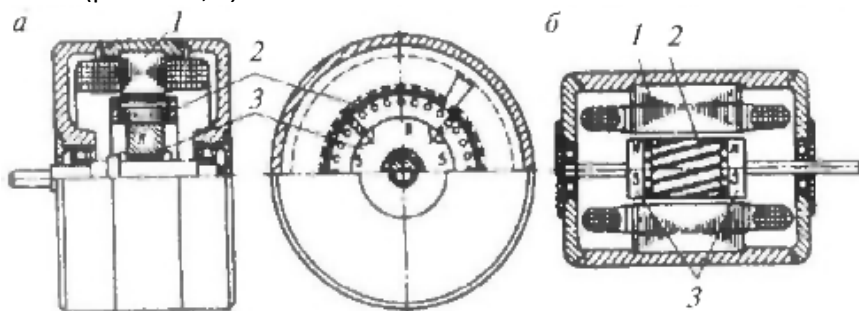


Рис. 5.19. Магнитоэлектрические синхронные двигатели с радиальным (а) и аксиальным (б) расположением постоянных магнитов: 1 — статор; 2 — короткозамкнутый ротор; 3 — постоянный магнит

Конструкции с аксиальным расположением магнита применяют в двигателях малого диаметра мощностью до 100 Вт.

Физические процессы, протекающие при асинхронном пуске этих двигателей, имеют некоторую особенность, обусловленную тем, что магнитоэлектрические двигатели запускают в возбужденном состоянии. Поле постоянного магнита в процессе разгона ротора наводит в обмотке статора ЭДС, частота которой увеличивается пропорционально частоте вращения ротора. Данная ЭДС наводит в обмотке статора ток, взаимодействующий с полем постоянных магнитов и создающий тормозной момент, направленный встречно вращению ротора. Таким образом, при разгоне двигателя с постоянными магнитами на его ротор действуют два момента: вращающий (от тока, поступающего в обмотку статора из сети) и тормозной (от тока, наведенного в обмотке статора полем постоянного магнита).

Электромагнитные процессы в магнитоэлектрических синхронных двигателях аналогичны процессам в синхронных двигателях с электромагнитным возбуждением. Однако необходимо учитывать, что постоянные магниты в магнитоэлектрических машинах подвержены размагничиванию действием магнитного потока реакции якоря. Пусковая обмотка несколько ослабляет это размагничивание, так как оказывает на постоянные магниты экранирующее действие.

Достоинства магнитоэлектрических синхронных двигателей; повышенная устойчивость работы в синхронном режиме и равномерность частоты вращения. Эти двигатели имеют сравнительно высокие энергетические показатели (КПД и  $\cos\phi$ ).

Недостатки магнитоэлектрических синхронных двигателей: более высокая стоимость по сравнению с синхронными двигателями других типов, обусловленная высокой стоимостью и сложностью обработки постоянных магнитов, выполняемых из сплавов, обладающих большой коэрцитивной силой (альни, альнико, магнико и др.).

**Синхронные магнитоэлектрические генераторы.** Ротор такого генератора выполняют при малой мощности в виде «звёздочки», при средней мощности — с когтеобразными полюсами и цилиндрическим постоянным магнитом (рис. 5.20). Ротор с когтеобразными полюсами дает возможность получить генератор с рассеянием полюсов, ограничивающим ударный ток при внезапном коротком замыкании генератора. Этот ток представляет большую опасность для постоянного магнита ввиду сильного размагничивающего действия.

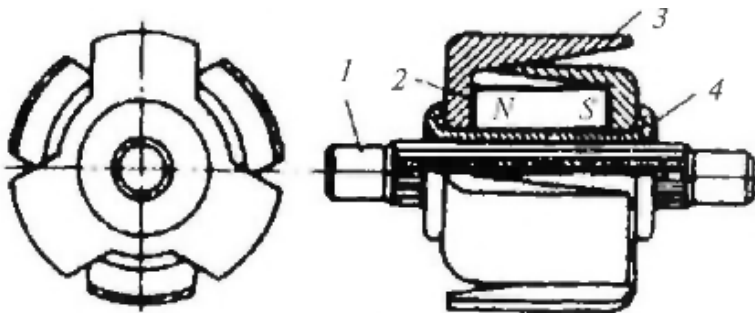


Рис. 5.20. Магнитоэлектрический синхронный генератор: 1 — вал; 2 — постоянный магнит; 3 — полюс; 4 — немагнитная втулка

Помимо недостатков, отмеченных при рассмотрении магнитоэлектрических синхронных двигателей, генераторы с постоянными магнитами имеют еще один недостаток, обусловленный отсутствием обмотки возбуждения, что приводит к невозможности регулировки напряжения.

**Шаговые двигатели.** Шаговый (импульсный) двигатель — это электромеханическое устройство, которое преобразует электрические сигналы (импульсы напряжения) в угловые или линейные дискретные (скачкообразные) перемещения (шаги). Наибольшее применение такие двигатели получили в электроприводах с программным управлением.

Существуют три основных типа шаговых двигателей: с переменным магнитным сопротивлением, с постоянными магнитами и гибридные.

**Синхронный реактивный двигатель** — это электродвигатель переменного тока, в котором момент создается за счёт неравномерной магнитной проводимости ротора вдоль продольной и поперечной осей, причем ротор не имеет ни обмоток возбуждения, ни постоянных магнитов. Его статор схож со статором обычных асинхронных машин, а главные преимущества — простая и надёжная конструкция ротора без магнитов, низкие потери и высокая эффективность.

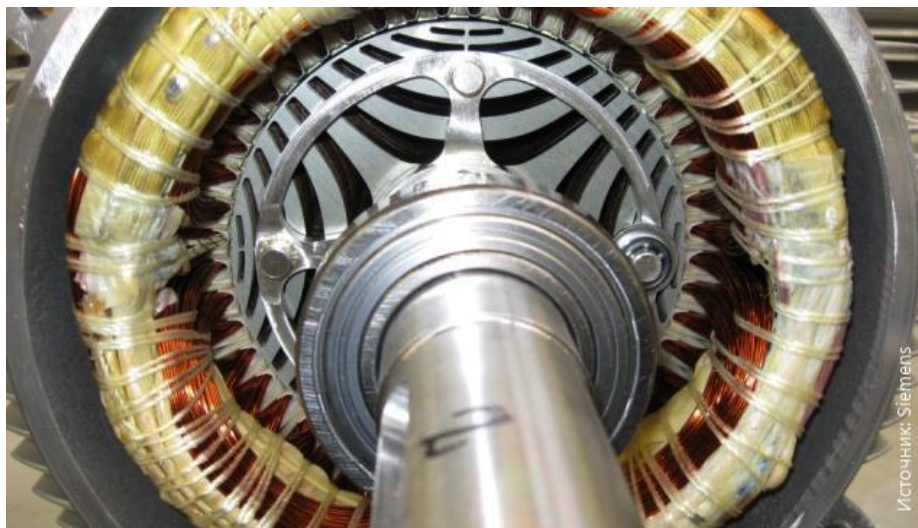
Принцип работы

- Магнитное поле статора:

Трёхфазное напряжение, подаваемое на обмотку статора, создает вращающееся магнитное поле, аналогично другим синхронным машинам.

- Магнитная анизотропия ротора:

Ротор имеет конструкцию, обеспечивающую разную магнитную проводимость вдоль двух его осей (продольной и поперечной).



- Создание вращающего момента:

Когда вращающееся поле статора наводит магнитный поток в роторе, ротор ориентируется таким образом, чтобы его магнитная проводимость была максимальной. Это выравнивание создает вращающий момент, который заставляет ротор вращаться с той же скоростью, что и поле статора, т.е. синхронно.

Конструктивные особенности ротора

- Ротор не содержит постоянных магнитов или обмоток возбуждения, что делает его простым и дешёвым в производстве.
- Вместо них используются специальные стальные пластины, которые и обеспечивают различную магнитную проводимость по осям.

Преимущества

- Простая конструкция ротора:

Отсутствие магнитов и обмоток снижает стоимость и повышает надёжность.

- Высокая эффективность:

Низкие потери в роторе способствуют высокой энергоэффективности.

- Надёжность:

Отсутствие магнитов исключает риск их размагничивания.

- Устойчивая скорость:

Синхронная работа означает, что двигатель вращается с постоянной скоростью, не зависящей от нагрузки.

- Широкий диапазон скорости:

Позволяет эффективно регулировать скорость вращения.