

Тема: Универсальные коллекторные двигатели

Цел: Изучить устройство, назначение и принцип работы универсального коллекторного двигателя.

Задание:

- Изучить теоретический материал.
- Составить конспект по устройству, назначению и принципу работы универсального коллекторного двигателя.
- Зарисовать и проанализировать схему универсального коллекторного двигателя.

Универсальный двигатель - вращающийся электродвигатель, который может работать при питании от сети как постоянного, так и однофазного переменного тока.

Конструкция универсального электродвигателя

Конструкция универсального коллекторного электродвигателя не имеет принципиальных отличий от конструкции коллекторного электродвигателя постоянного тока с обмотками возбуждения, за исключением того, что вся магнитная система (и статор, и ротор) выполняется шихтованной и обмотка возбуждения делается секционированной. Шихтованная конструкция и статора, и ротора обусловлена тем, что при работе на переменном токе их пронизывают переменные магнитные потоки, вызывая значительные магнитные потери.



Рис. 1 Универсальный двигатель

Секционирование обмотки возбуждения вызвано необходимостью изменения числа витков обмотки возбуждения с целью сближения рабочих характеристик при работе электродвигателя от сетей постоянного и переменного тока.

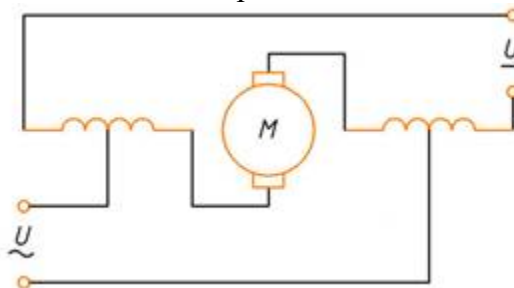


Рис. 2 Схема универсального коллекторного двигателя

Универсальный коллекторный электродвигатель может быть выполнен как с последовательным, так и с параллельным и независимым возбуждением.

В настоящее время универсальные коллекторные электродвигатели выполняют только с последовательным возбуждением.

Принцип работы универсального двигателя

Возможность работы универсального двигателя от сети переменного тока объясняется тем, что при изменении полярности подводимого напряжения изменяются направления токов в обмотке якоря и в обмотке возбуждения. При этом изменение полярности полюсов статора практически совпадает с изменением направления тока в обмотке якоря. В итоге направление электромагнитного вращающего момента не изменяется:

$$M = c_M I_a \Phi = c_M (-I_a)(-\Phi),$$

где M - электромагнитный момент, Н·м,

c_M – постоянный коэффициент, определяемый конструктивными параметрами двигателя,

I_a – ток в обмотке якоря, А,

Φ - основной магнитный поток, Вб.

В качестве универсального используют двигатель последовательного возбуждения, у которого ток якоря является и током возбуждения, что обеспечивает почти одновременное изменение направления тока в обмотке якоря I_a и магнитного потока возбуждения Φ при переходе от положительного полупериода переменного напряжения сети к отрицательному.

Если двигатель подключить к сети синусоидального переменного тока, то ток якоря I_a и магнитный поток Φ будут изменяться по синусоидальному закону:

$$i = I_{max} \sin \omega_1 t,$$

где i - ток, А,

I_{max} – амплитуда тока, А,

ω_1 – частота, рад/с.

$$\Phi = \Phi_{max} \sin(\omega_1 t - \delta),$$

где Φ_{max} – наибольшее значение магнитного потока, Вб,

δ – угол сдвига фаз между током возбуждения и магнитным потоком, обусловленный магнитными потерями в двигателе, рад.

Отсюда получим формулу электромагнитного момента коллекторного двигателя последовательного возбуждения, включенного в сеть синусоидального переменного тока, Нм:

$$M_{\sim} = c_M I_{max} \Phi_{max} \sin \omega_1 t \sin(\omega_1 t - \delta).$$

После преобразования:

$$M_{\sim} = 0,5 c_M I_{max} \Phi_{max} \cos \delta + 0,5 c_M I_{max} \Phi_{max} \sin(2\omega_1 t - \delta).$$

Первая часть выражения представляет собой постоянную составляющую электромагнитного момента $M_{пост}$, а вторая часть — переменную составляющую этого момента $M_{пер}$, изменяющуюся во времени с частотой, равной удвоенной частоте напряжения питания.

Таким образом, результирующий электромагнитный момент при работе двигателя от сети переменного тока пульсирует. Пульсации электромагнитного момента практически не нарушают работу двигателя. Объясняется это тем, что при значительной частоте пульсаций электромагнитного момента ($f_m = 2f_1$) и большом моменте инерции якоря вращение последнего оказывается равномерным.

Особенности универсального двигателя

Коэффициент полезного действия универсального двигателя при его работе от сети переменного тока более низкий, чем при его работе от сети постоянного тока. Другой недостаток универсального двигателя — тяжелые условия коммутации, вызывающие интенсивное искрение на коллекторе при включении двигателя в сеть переменного тока. Этот недостаток объясняется наличием трансформаторной связи между обмотками возбуждения и якоря, что ведет к наведению в коммутируемых секциях трансформаторной ЭДС, ухудшающей процесс коммутации в двигателе.

Наличие щеточно-коллекторного узла является причиной ряда недостатков универсальных коллекторных двигателей, особенно при их работе на переменном токе (искрение на коллекторе, радиопомехи, повышенный шум, невысокая надежность). Однако

эти двигатели по сравнению с асинхронными и синхронными при частоте питающего напряжения $f = 50$ Гц позволяют получать частоту вращения до 10 000 об/мин и более (наибольшая синхронная частота вращения при $f = 50$ Гц равна 3000 об/мин).

Области использования

Благодаря тому, что универсальный двигатель может иметь высокую скорость вращения при работе от однофазной сети переменного тока без использования дополнительных преобразовательных устройств, он получил широкое применение в таких домашних приборах как пылесосы, блендеры, фены и др. Так же универсальный электродвигатель широко используется в таких инструментах, как дрели и шуруповёрты.

Благодаря тому, что скорость вращения универсального двигателя легко регулируется изменением величины питающего напряжения ранее он широко использовался в стиральных машинах. Сейчас благодаря развитию преобразовательной техники более широкое использование получают бесщеточные электродвигатели (СДПМ, АДКР) скорость вращения которых регулируется изменением частоты напряжения питания.

Ответы отправлять по адресу hivinceva.n.v@mail.ru