

126-127 Лабораторная работа №12. Исследование универсального коллекторного двигателя

Цель работы

Ознакомиться с устройством, особенностями конструкции и применением универсального коллекторного двигателя.

Универсальный коллекторный двигатель — это тип электродвигателя, который может работать как от постоянного, так и от переменного тока. Он относится к двигателям последовательного возбуждения и широко применяется в бытовой технике, например, в дрелях, пылесосах и миксерах, благодаря простоте, компактности и возможности регулирования скорости вращения.

Принцип работы

- **Конструкция:** Принцип работы схож с двигателем постоянного тока, но для работы от переменного тока вся магнитная система (статор и ротор) делается шихтованной (состоящей из тонких пластин), чтобы уменьшить потери на вихревые токи.

- **Схема подключения:** Обмотки статора и ротора соединяются последовательно, и благодаря этому при работе от переменного тока обе обмотки реагируют на изменение полярности одновременно, сохраняя направление вращения.

- **Регулирование скорости:** Скорость вращения регулируется изменением напряжения или путём шунтирования (подключения сопротивления параллельно) обмотки возбуждения.

Преимущества

- **Универсальность:** Способен работать как от постоянного, так и от переменного тока.

- **Высокие обороты:** Может работать на высоких скоростях.

- **Простое регулирование:** Позволяет легко регулировать скорость вращения.

- **Компактность:** Обычно имеет небольшие размеры и высокую мощность при небольших габаритах.

Недостатки

- **Шум и износ:** Конструкция включает в себя щётки и коллектор, которые издадут шум и подвержены износу.
- **Потери энергии:** Часть энергии теряется на трение щёток о коллектор.
- **Радиопомехи:** Создает радиопомехи из-за искрения на коллекторе, что требует применения специальных фильтров в некоторых случаях.

Универсальные коллекторные двигатели - это электродвигатели малой мощности последовательного возбуждения с секционированной обмоткой возбуждения, благодаря чему они могут работать как на постоянном, так и на переменном токе при стандартных напряжениях примерно с одинаковыми свойствами и характеристиками. Такие электродвигатели используют для привода маломощных быстроходных устройств и многих бытовых приборов. Они допускают простое, широкое и плавное регулирование скорости.

По своему устройству эти двигатели отличаются от двигателей постоянного тока общего применения конструкцией статора, магнитную систему которого собирают из тонких изолированных друг от друга листов электротехнической стали с выступающими полюсами, на которых размещают по две секции обмотки возбуждения. Эти секции соединяют последовательно с якорем и располагают по обе стороны от его выводов, что снижает радиопомехи от искрообразования на коллекторе под щётками, которое при питании двигателя от сети переменного напряжения особенно усиливается из-за существенного ухудшения условий коммутации.

В зависимости от конструкции двигателя обмотка возбуждения может быть соединена с якорем внутри машины или может иметь самостоятельные наружные зажимы, что удобнее для изменения направления вращения якоря путём перемены мест проводов, подходящих к его зажимам или к зажимам обмотки возбуждения. Якорь универсальных двигателей устроен так же, как и якорь

машин постоянного тока, а обмотка его присоединена к коллекторным пластинам, к которым прижаты щётки.

Пуск этих двигателей выполняют непосредственным включением в сеть постоянного или переменного напряжения, которое соответствует номинальному напряжению, указанному в табличке.

Скорость якоря универсального коллекторного двигателя последовательного возбуждения прямо пропорциональна напряжению на его зажимах и обратно пропорциональна амплитуде магнитного потока, зависящей от нагрузки на валу электродвигателя.

Механические характеристики у таких электродвигателей отличаются в зависимости от того на каком напряжении (переменном или постоянном) работает электродвигатель, так как при питании от сети постоянного напряжения присутствует только падение напряжения, созданное сопротивлениями обмоток возбуждения и якоря постоянному току, в то время как при присоединении к сети переменного напряжения возникает ещё и значительное индуктивное падение напряжения на обмотках возбуждения и якоря. Кроме этого, при переменном токе при малой скорости якоря имеет место значительный сдвиг фаз между напряжением и током, что резко снижает момент на валу двигателя.

Для получения примерно одинаковых механических характеристик на переменном и постоянном токе включают секционированную обмотку возбуждения двигателя на постоянный ток полностью, а при включении на переменный ток - частично, для чего двигатель присоединяют к соответствующей сети зажимами с обозначениями "+" и "-" или зажимами с обозначениями "~".

При номинальных режимах, отвечающих питанию от сети постоянного и переменного напряжений, номинальная скорость якоря одинакова. Однако при перегрузке двигателя, присоединенного к сети переменного напряжения, скорость якоря

уменьшается сильнее, а при разгрузке возрастает быстрее, чем при работе его от сети постоянного напряжения.

При холостом ходе скорость якоря может превысить номинальную в 2,5 - 4 раза и выше, а это недопустимо из-за значительных центробежных сил, которые могут разрушить якорь. По этой причине режим холостого хода допустим только для двигателей малой номинальной мощности с относительно большими механическими потерями, ограничивающими скорость якоря. Двигатели с незначительными механическими потерями всегда должны нести нагрузку не менее 25% номинальной.

Регулирование скорости якоря осуществляют изменением напряжения на зажимах машины, а также шунтированием обмотки возбуждения или обмотки якоря резистором. Из этих способов полюсное регулирование, осуществляемое параллельным включением обмотки возбуждения регулируемого резистора, является наиболее экономичным.

Основным преимуществом универсальных коллекторных двигателей по сравнению с асинхронными и синхронными двигателями является то, что они развивают значительный начальный пусковой момент благодаря последовательной обмотке возбуждения и позволяют без применения повышающего редуктора получить скорость якоря значительно выше синхронной.

Быстроходность универсальных коллекторных двигателей ограничивает их размеры и массу.

Номинальный к. п. д. этих машин зависит от их номинальной мощности, быстроходности и рода тока. Так, у двигателей номинальной мощностью от 5 до 100 Вт он составляет от 0,25 до 0,55, а в машинах номинальной мощностью до 600 Вт его значение доходит до 0,70 и выше, причем работа двигателей на переменном токе всегда сопровождается пониженным к. п. д., что вызвано повышенными магнитными и электрическими потерями. Номинальный коэффициент мощности этих двигателей составляет 0,70 - 0,90.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с особенностями конструкции универсального коллекторного двигателя.
- 2 Изучить соединение обмоток статора и ротора.
- 3 Изучить способы изменения направления вращения якоря.
- 4 Изучить зависимость механических характеристик от способа питания – постоянным или переменным током.
- 5 Изучить способы регулирования частоты вращения якоря.
- 6 Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1 Почему сердечник статора универсального коллекторного двигателя делается шихтованным?
- 2 В чём преимущества УКД?
- 3 В чём недостатки УКД?
- 4 Почему обмотки возбуждения УКД делают из двух частей, а рабочую обмотку размещают между ними?
- 5 Почему обмотки возбуждения УКД делают секционированными?
- 6 Как осуществить изменение направления вращения якоря УКД?
- 7 Почему механические характеристики на постоянном и переменном токе различаются?
- 8 Как осуществить регулирование скорости вращения якоря?
- 9 Почему УКД развивают значительный пусковой момент?
- 10 Чему равен КПД и коэффициент мощности УКД?