МДК 01.01 Электрические машины и аппараты.

Раздел 2. Электрические аппараты

Преподаватель Харченко Екатерина Александровна.

Почта [harchenko16102013@mail.ru](mailto:harchenko16102013@mail.ru)

**Тема:** Потери и КПД двигателей постоянного тока. Универсальные коллекторные двигатели.

**Цель:** Изучение новой темы и конспектирование в тетрадь.

КПД машины является отношением полезной выходной мощности Р2 к подводимой Р1. Для определения КПД, как правило, применяются косвенные методы, при которых вычисляются потери мощности при нагрузке.

Наиболее просто определяются электрическая мощность на выходе генератора Р2 и мощность, подводимая к двигателю, Р1. Поэтому выражения КПД для генераторов и двигателей обычно отличаются друг от друга:

для генераторов https://helpiks.org/helpiksorg/baza7/253330460776.files/image1625.png ; (27)

для двигателей https://helpiks.org/helpiksorg/baza7/253330460776.files/image1627.png . (28)

Определение выходной мощности и порядка учета потерь двигателя с параллельным возбуждением показаны на диаграмме (рис. 17).

Потери в цепи якоря двигателя параллельного возбуждения рмсостоит из потерь в сопротивлениях обмотки якоря rя, обмотки добавочных полюсов rд.п, компенсационной rк (при наличии), а также потерь в контакте щетки – коллектор. Сопротивление цепи берется при температуре 750С, падение напряжения в контакте щетки – коллектор ΔU принимается неизменным (1,5…2 В). Исходя из этого,

https://helpiks.org/helpiksorg/baza7/253330460776.files/image1629.png . (29)

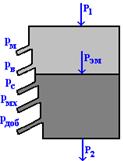


Рисунок 17

Потери в цепи якоря двигателя последовательного возбуждения состоят из потерь в сопротивлениях обмотки якоря rя, добавочных полюсов rд.п, последовательной обмотки rп.о и потерь в контакте щетки – коллектор ΔU:

https://helpiks.org/helpiksorg/baza7/253330460776.files/image1633.png . (30)

Потери в сопротивлении цепи возбуждения двигателя параллельного возбуждения

https://helpiks.org/helpiksorg/baza7/253330460776.files/image1635.png . (31)

Вращение сердечника якоря, обусловливает потери мощности в стали рс при перемагничивании: на гистерезис (потери пропорциональны частоте перемагничивания и наибольшей магнитной индукции в степени, близкой ко второй); на вихревые токи (потери пропорциональны частоте перемагничивания и магнитной индукции в квадрате). Двигатели параллельного возбуждения работают в большинстве случаев при малоизменяющихся скоростях вращения и магнитных потоках, поэтому эти потери можно считать неизменными. У двигателей с последовательным возбуждением произведение скорости вращения на магнитный поток остается примерно неизменным, что определяет некоторое уменьшение потерь при увеличении нагрузки. Вихревые токи и гистерезис оказывают тормозящее действие на якорь.

*Механические потери* рмх обусловлены трением вала якоря в подшипниках, трением щеток по коллектору при вращении, трением якоря в воздухе и вентиляционным действием при вращении якоря и вентилятора двигателя. Эти потери при малоизменяющейся скорости вращения остаются неизменными.

*Добавочные потери* рдоб принимаются равными 1% от мощности двигателя, в них учитываются различные трудноопределимые потери: потери в полюсных наконечниках, обусловленные пульсациями магнитного поля, и пр.

В *потери холостого хода* рх.хвходят потери рс, рмх и рдоб:

https://helpiks.org/helpiksorg/baza7/253330460776.files/image1637.png . (32)

После вычитания из значения подводимой мощности Р1 потерь рм и рв получим электромагнитную мощность Рэм, передаваемую якорю, равную произведению электромагнитного момента Мэм на частоту вращения ω:

https://helpiks.org/helpiksorg/baza7/253330460776.files/image1639.png . (33)

Мощность на валу двигателя

https://helpiks.org/helpiksorg/baza7/253330460776.files/image1641.png . (34)

**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 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 топких 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 ценообразования на коллекторе под щетками, 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 путем 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 щетки.

Пуск этих двигателей выполняют непосредственным включением в сеть постоянного или переменного напряжения, которое соответствует номинальному напряжению, указанному в ее 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 еще 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](http://electricalschool.info/main/osnovy/424-chto-takoe-peremennyjj-tok-i-chem-on.html) - 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 не допустимо 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.