

35-36 Лабораторная работа №3 Исследование двигателей последовательного и смешанного возбуждения

Цель работы: Изучить схему подключения двигателя последовательного возбуждения, его скоростную и рабочие характеристики а также ознакомиться с особенностями устройства и работы двигателя смешанного возбуждения

Краткие сведения из теории

В двигателях последовательного возбуждения ток якоря одновременно является также током возбуждения:

$$I_a = I_b = I.$$

Ток якоря такого двигателя изменяется в широких пределах, а вместе с ним изменяется магнитный поток Φ . Можно написать, что $\Phi = k_\Phi I$, тогда

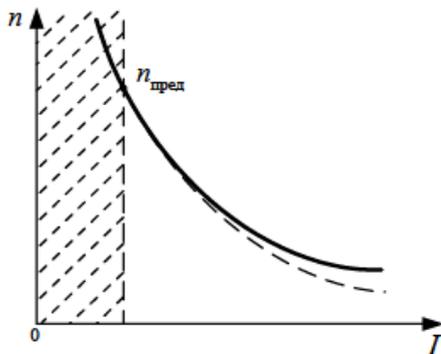
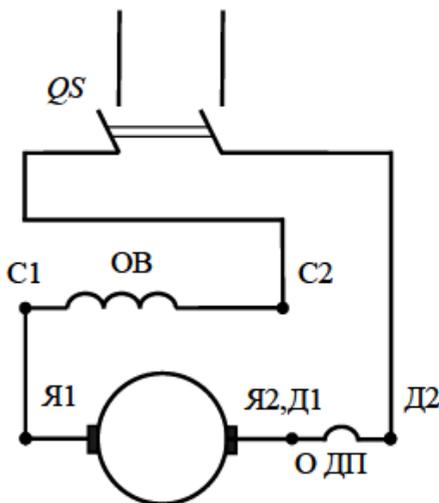
$$M = c_M k_\Phi I^2.$$

Коэффициент пропорциональности k_Φ при $I < I_n$ является практически постоянным, и лишь при $I > 0,8I_n$ вследствие насыщения магнитной цепи начинает несколько уменьшаться.

Скоростная характеристика двигателя, представленная на рисунке, является мягкой и имеет гиперболический характер.

При $k_\Phi = const$ вид кривой $n = f(I)$ показан штриховой линией.

При небольшой нагрузке на валу, исходя из естественной механической характеристики двигателя, частота вращения двигателя резко возрастает ("разнос"), и возникает круговой огонь на коллекторе машины.



Скоростная характеристика

Поэтому работа двигателей последовательного возбуждения на холостом ходу не допускается, а использование ременной передачи неприемлемо. Обычно минимально допустимая нагрузка $P_2 \approx 0,2P_n$, при которой частота может достигнуть значения $n > n_{пред}$, опасного для двигателя (заштрихованная зона).

Поскольку у двигателей параллельного возбуждения $M \sim Ia$, а у двигателей последовательного возбуждения $M \sim Ia^2$, то двигатели последовательного возбуждения по сравнению с двигателями параллельного возбуждения развивают значительно больший пусковой момент. Для двигателей параллельного возбуждения $n \approx const$, а для двигателей последовательного возбуждения $n = U/\sqrt{M}$. Поэтому для двигателей параллельного возбуждения $P_2 \sim M$, а при последовательном возбуждении $P_2 \sim \sqrt{M}$. В связи с этим двигатели последовательного возбуждения имеют существенные преимущества в случаях тяжёлых условий пуска, т. к. создают большой пусковой момент. Они находят применение для электрической тяги (трамвай, метро, электровозы на железных дорогах).

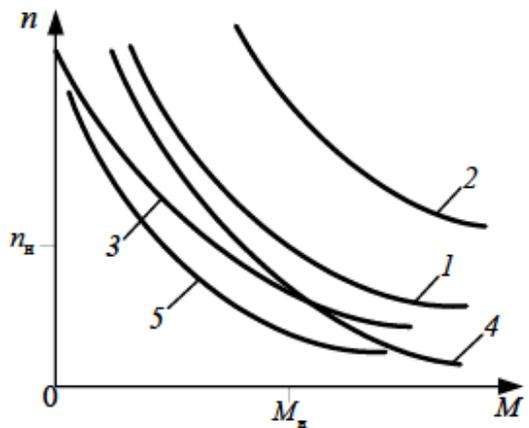
Регулирование частоты вращения двигателя

Кривая 1 – естественная характеристика при отсутствии регулирования.

Регулирование частоты вращения n посредством ослабления поля производится либо путём шунтирования обмотки возбуждения некоторым сопротивлением, либо уменьшением числа включенных в работу витков обмотки возбуждения.

В последнем случае должны быть предусмотрены соответствующие выводы из обмотки возбуждения (кривая 2).

Регулирование частоты вращения путём шунтирования якоря. При шунтировании якоря ток и поток возбуждения возрастают, а частота уменьшается. Так как падение напряжения $R\omega I$ мало, то сопротивление $R_{ша}$ практически находится под полным напряжением сети, его значение должно быть значительным, потери в нем будут велики и КПД

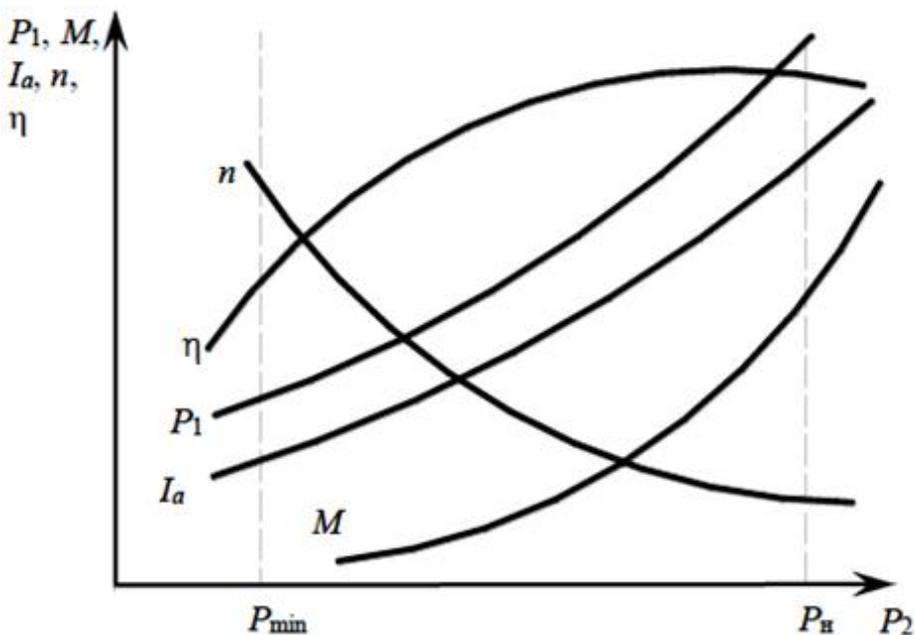


сильно уменьшится (см. кривую 3). Кроме того, шунтирование якоря эффективно только тогда, когда магнитная цепь не насыщена.

Регулирование частоты вращения включением сопротивления в цепь якоря. Этот способ позволяет регулировать n вниз от номинального значения (см. кривую 4). Так как при этом способе значительно снижается КПД, то он находит ограниченное применение.

Регулирование частоты вращения изменением напряжения. Этим способом можно регулировать n вниз от номинального значения с сохранением высокого КПД. Рассматриваемый способ регулирования широко применяется в транспортных установках, где на каждой ведущей оси устанавливается отдельный двигатель, и регулирование осуществляется путём переключения двигателей с параллельного включения в сеть на последовательное (см. кривую 5).

На рисунке снизу приведены рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения – зависимости частоты вращения, КПД, потребляемой мощности, тока и момента от мощности на валу..

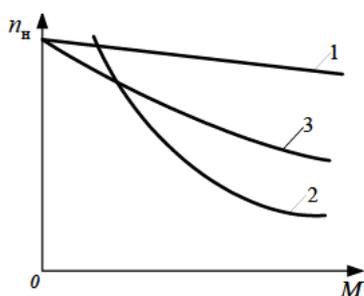
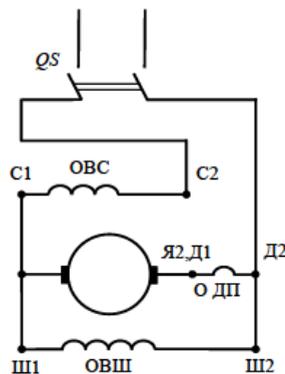


Рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения.

Двигатель смешанного возбуждения.

Двигатель имеет обмотку параллельного возбуждения ОВШ (шунтовую), обмотку последовательного возбуждения ОВС (серийную) и обмотку дополнительных полюсов ОДП.

При согласном включении последовательной обмотки возбуждения поток Φ с увеличением нагрузки возрастает. Поэтому такой двигатель смешанного возбуждения имеет более мягкую механическую характеристику (кривая 3) по сравнению с двигателем параллельного возбуждения (кривая 1), но более жёсткую по сравнению с двигателем последовательного возбуждения (кривая 2). В зависимости от назначения двигателя доля последовательной обмотки в создании полной намагничивающей силы возбуждения может меняться в широких пределах.



Частота вращения двигателей смешанного возбуждения обычно регулируется так же, как и в двигателях параллельного возбуждения.

Двигатели смешанного возбуждения применяются в условиях, когда требуется большой пусковой момент, быстрое ускорение при пуске и допустимы значительные изменения частоты вращения при изменении нагрузки. Эти двигатели используются также в случаях, когда момент нагрузки изменяется в широких пределах, так как при этом мощность двигателя снижается, как и у двигателя с последовательным возбуждением. В связи с этим двигатели смешанного возбуждения применяются для привода на постоянном токе троллейбусов, компрессоров, строгальных станков, печатных машин, кранах и т. д.

Содержание отчёта

- 1 Наименование и цель работы
- 2 Схема подключения двигателя последовательного возбуждения
- 3 Рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения
- 4 Схема подключения двигателя смешанного возбуждения

5 Механические характеристики двигателей параллельного, последовательного и смешанного возбуждения

6 Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1 Почему магнитный поток Φ двигателя последовательного возбуждения изменяется в широких пределах?

2 Что значит «мягкая гиперболическая» скоростная характеристика?

3 Что такое «разнос» двигателя?

4 Почему у двигателя последовательного возбуждения большой пусковой момент?

5 Как регулировать частоту вращения путём ослабления поля?

6 Как регулировать частоту вращения путём шунтирования якоря?

7 Как регулировать частоту вращения включением сопротивления в цепь якоря?

8 Как регулировать частоту вращения изменением напряжения?

9 Как КПД двигателя зависит от нагрузки?

10 Какие особенности имеет двигатель смешанного возбуждения?