**Лабораторная работа № 13**

**Тема: Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.**

**Цель:** Изучить устройстводвигателя постоянного тока последовательного возбуждения и приобрести практические навыки в сборке схемы соединений, включений и регулировке двигателя, а также опытном исследовании двигателя для получения данных его основных характеристик; получить экспериментальное подтверждение теоретическим сведениям о свойствах двигателей постоянного тока последовательного возбуждения.

###### Студент должен *знать:*

###### устройство, принцип действия и характеристики двигателя возбуждения;

*уметь:*

* производить пуск двигателя постоянного тока последовательного возбуждения;
* изменять направление вращения;
* регулировать скорость двигателей;
* снимать рабочие и регулировочные характеристики.

**Теоретическое обоснование**

**Схема соединений и пробный пуск двигателя**. Схема соединений двигателя последовательного возбуждения (рисунок 13.1) включает в себя двухзажимный пусковой реостат *ПР*, регулировочный реостат *r*рг, шунтирующий обмотку возбуждения (подключается к обмотке возбуждения ключом *К*) и два амперметра: *А1* - для измерения тока якоря *I*а и *А2* для измерения тока в обмотке возбуждения (при разомкнутом ключе *К* оба амперметра дают одинаковые показания). Напряжение сети контролирует вольтметр *V*.

В качестве нагрузочного устройства в схеме предусмотрен электромагнитный тормоз *ЭМТ*. Возможно применение и других нагрузочных устройств. Особенностью пуска двигателей последовательного возбуждения является необходимость пуска их под нагрузкой не менее 25% от номинальной. Объясняется это тем, что частота вращения якоря двигателя обратно пропорциональна магнитному потоку *Ф*, который при ненасыщенной магнитной цепи пропорционален току в обмотке возбуждения *I*в, т. е. току якоря *I*а, так как в рассматриваемом двигателе (при разомкнутом *К*) *I*в = *I*0. Поэтому при отсутствии нагрузки на валу двигателя или при недостаточной ее величине, когда ток в якоре составляет небольшую величину, частота вращения достигает недопустимо больших значений и возникает опасность «разноса» двигателя. Учитывая это обстоятельство, необходимо следить за тем, чтобы двигатель постоянно находился под нагрузкой не менее 25% от номинальной.

Создав нагрузку на двигатель, замыкают рубильник *Р1* и постепенно выводят сопротивление *ПР* (ключ *К* при этом должен быть разомкнут). Затем, установив на регулировочном реостате *r*рг максимальное сопротивление, замыкают ключ *К* и медленно перемещают движок (рычаг) *r*рг, наблюдая за изменением частоты вращения двигателя.

**Рабочие характеристики.** Эти характеристики представляют собой зависимость частоты вращения *n*, момента на валу *М*2 и полезной мощности *Р*2 от тока в обмотке якоря (тока нагрузки) *I*a при номинальном напряжении питания *U* = *U*ном  и при разомкнутом ключе *К*.

Включив двигатель, увеличивают нагрузку на его валу до значения, на котором *I*а = 1,2 *I*ном. Затем двигатель постепенно разгружают до значения тока нагрузки *I*a = 0,25 *I*ном. При этом через приблизительно одинаковые интервалы тока *I*а снимают показания приборов (не менее пяти показаний) и заносят их в таблицу 13.1.

Полезная мощность двигателя (Вт)

*Р*2 = 0,105*М*2n, (13.1)

По данным таблицы строят рабочие характеристики двигателя в одних осях координат.

**Характеристика *n* = *f* (*I*в)**. После пуска двигателя увеличивают нагрузку на его валу до значения, при котором ток якоря *I*а = 0,75*I*ном. Измерив частоту вращения, замыкают ключ *К*, предварительно установив на *r*рт наибольшее сопротивление. Затем постепенно уменьшают сопротивление *r*рг до тех пор, пока ток в обмотке возбуждения не достигнет значения *I*в = 0,5*I*а, что соответствует коэффициенту регулирования *k*рг = *I*в/*I*а = 0,5. После этого, не меняя величины сопротивления *r*рг, постепенно разгружают двигатель. При этом измеряют частоту вращения и ток возбуждения *I*в и заносят их в таблицу 13.2. Затем строят график зависимости *n* = *f* (*I*в).

Анализируя результаты лабораторной работы, необходимо, в первую очередь, установить соответствие номинальных данных исследуемого двигателя, полученных опытным путем, его паспортным данным. Далее следует проанализировать рабочие характеристики двигателя.

Из теории известно, что в зоне небольших нагрузок, соответствующих ненасыщенному состоянию магнитной системы двигателя, скоростная характеристика *n* = *f* (*I*а) представляет собой график обратной пропорциональ-ности:

*n* = *n*0,25/(*I*a /*I*,25) (13.2)

а характеристика полезного момента *М*а = *f* (*I*а) - график квадратичной зависимости

*М*2 = *М*0,25(*I*а/*I*0,25)2 (13.3)

В этих выражениях *I*0,25 и *М*0,25 - частота вращения и полезный  
момент при нагрузке двигателя, соответствующей току якоря *I*0,25 =  
= 0,25*I*ном.

Задавшись рядом значений отношения *I*a/*I*0,25. например 1,0; 1,6; 2,4; 3,2; 4,0, определяют соответствующие им значения *n*' и *М*'2 и заносят их в таблицу 13.3.

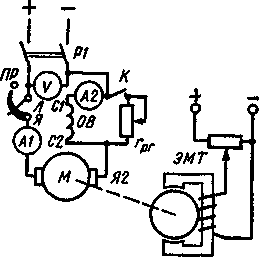
****

Рисунок 13.1 – Схема включения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения

**Ход работы**

1. Ознакомиться с конструкцией двигателя и нагрузочного устройства; записать паспортные данные двигателя измерительных приборов.
2. Собрать схему по рисунку 13.1, и после проверки ее преподавателем произвести пробный пуск двигателя, предварительно нагрузив его.
3. При разомкнутом ключе *К*, снять данные и построить рабочие характеристики двигателя.
4. При замкнутом ключе *К*, (шунтирующем обмотку возбуждения) снять данные и построить график зависимости частоты вращения от тока в обмотке возбуждения *I*в.

Таблица 13.1 – Результаты измерений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер измерения | *U*, B | *I*а, A | *n* , об/мин | *М*2, Нм | *Р*2, Вт |
|  |  |  |  |  |  |

Таблица 13.2– Результаты измерений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *n*, об/мин |  |  |  |  |  |
| *I*в, A |  |  |  |  |  |

Таблица 13.3– Результаты измерений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *I*a/*I*0,25 | 1,0 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 4,0 |
| *I*a, А |  |  |  |  |  |
| *n*', об/мин |  |  |  |  |  |
| *М*'2, Нм |  |  |  |  |  |

По полученным данным строят графики *n*' = *f* (*I*0) и *М*2 = *f* (*I*a) в одних осях координат с рабочими характеристиками (тонкими линиями). Сравнив эти графики с рабочими характеристиками, делают заключение, насколько опытные кривые отличаются от теоретических и при какой нагрузке это отличие становится наиболее значительным.

1. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

**Контрольные вопросы**

1. Почему не допускается включение двигателя последовательного возбуждения с нагрузкой менее 25% от номинальной?
2. Что представляют собой рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения?
3. Какие способы регулирования частоты вращения возможны в двигателях последовательного возбуждения?
4. Чем объясняются особые свойства двигателей последовательного возбуждения по сравнению с двигателями параллельного возбуждения?
5. Для привода, каких механизмов в основном применяется двигатели последовательного возбуждения?

**Содержание отчета**

1. Номер, тема и цель работы.
2. Схема включения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения - рисунок 13.1.
3. Паспортные данные двигателя и измерительных приборов.
4. Ход работы.
5. Результаты измерений и расчетов - таблицы 13.1 – 13.3.
6. Рабочие характеристики двигателя,
7. Графики зависимостей *n* = *f* (*I*в); *n*' = *f*(*I*0) и *М*2 = *f* (*I*a) .
8. Контрольные вопросы.
9. Вывод о проделанной работе.

**Литература**

1. Кацман М. М. Электрические машины – М.: Высшая школа, 2000, с. 66…70.
2. Кацман М. М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу – М.: Высшая школа, 2001, с. 105…109.