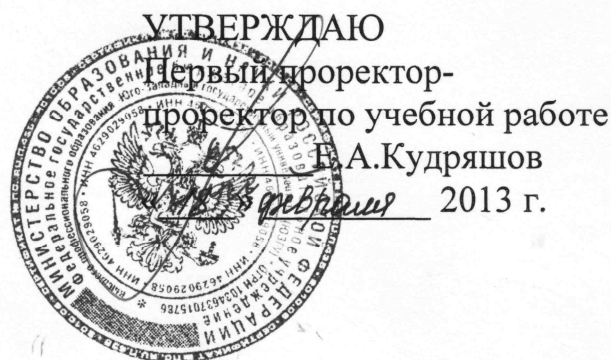


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 06.06.2022 12:49:52  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра электроснабжения



## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Курск 2013

УДК 621.3 (076.1)

Составитель: А.П. Локтионов

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *С.Ф. Яцун*

**Исследование двигателя постоянного тока** : методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов направления подготовки 221000 по курсу «Электротехника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.П. Локтионов. Курск, 2013. 9 с.: ил. 1, табл. 3. Библиогр.: с. 9.

Методические указания содержат сведения по исследованию двигателя постоянного тока. Указывается порядок выполнения лабораторной работы, правила оформления отчета. Лабораторная работа охватывает материал по следующим темам: исследование механической и рабочих характеристик двигателя, регулирование нагрузки двигателя, регулирование и измерение частоты вращения и нагрузочного момента двигателя, реверсирование, расчет характеристик двигателя.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по направлению подготовки 221000 «Мехатроника и робототехника».

Предназначены для студентов направления подготовки 221000 в лабораторных занятиях.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 50 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет  
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Изучить устройство двигателя постоянного тока на разобранных образцах.

1.2. Снять и построить рабочие характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.

1.3. Исследовать способы пуска, регулирования частоты вращения и реверсирования двигателя.

## 2. ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЯМ

2.1. Изучить по конспекту лекций и рекомендованному учебнику [1] раздел "Машины постоянного тока" и ответить на следующие вопросы по двигателю:

- 1) достоинства, недостатки и область применения двигателя;
- 2) устройство и конструкция статора, исполнение станины, полюсов статора и обмоток возбуждения;
- 3) исполнение магнитопровода и обмоток якоря;
- 4) назначение щёточно-коллекторного механизма;
- 5) способы возбуждения, условные графические обозначения и маркировка;
- 6) принцип действия, электромагнитный момент и противоэлектродвижущая сила якоря, уравнение электрического состояния цепи якоря;
- 7) уравнение механической характеристики и механические характеристики двигателя при разных способах возбуждения;
- 8) потери энергии и КПД;
- 9) рабочие характеристики, их экспериментальное определение;
- 10) паспортные данные;
- 11) способы пуска в ход;
- 12) способы регулирования частоты вращения и их сравнительная характеристика;
- 13) способы реверсирования;
- 14) универсальный коллекторный двигатель.

2.2. Освоить методику выполнения лабораторной работы по настоящему пособию.

2.3. Заготовить отчет со схемой экспериментальной установки, таблицами экспериментальных и расчетных данных.

### 3. ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

Работа выполняется на стенде СОЭ-2. Объектом исследования является универсальный коллекторный двигатель типа УЛ-042-25УХЛ4, включаемый до схеме параллельного возбуждения и питаемый постоянным напряжением 70 В. При этом номинальные токи обмоток возбуждения и якоря  $I_B = I_A = 0,4$  А, а номинальный момент и частота вращения  $M_{ном} = 0,03$  Н·м и  $n_{ном} \approx 2500$  об/мин.

Требуемое напряжение на двигатель устанавливается (см. рис. 1) с помощью автотрансформатора ( $T$ ) типа АОСН-2-220, к выходу (0 ... 250 В) которого подключен выпрямитель  $UZ1$  ("Выпр. I").

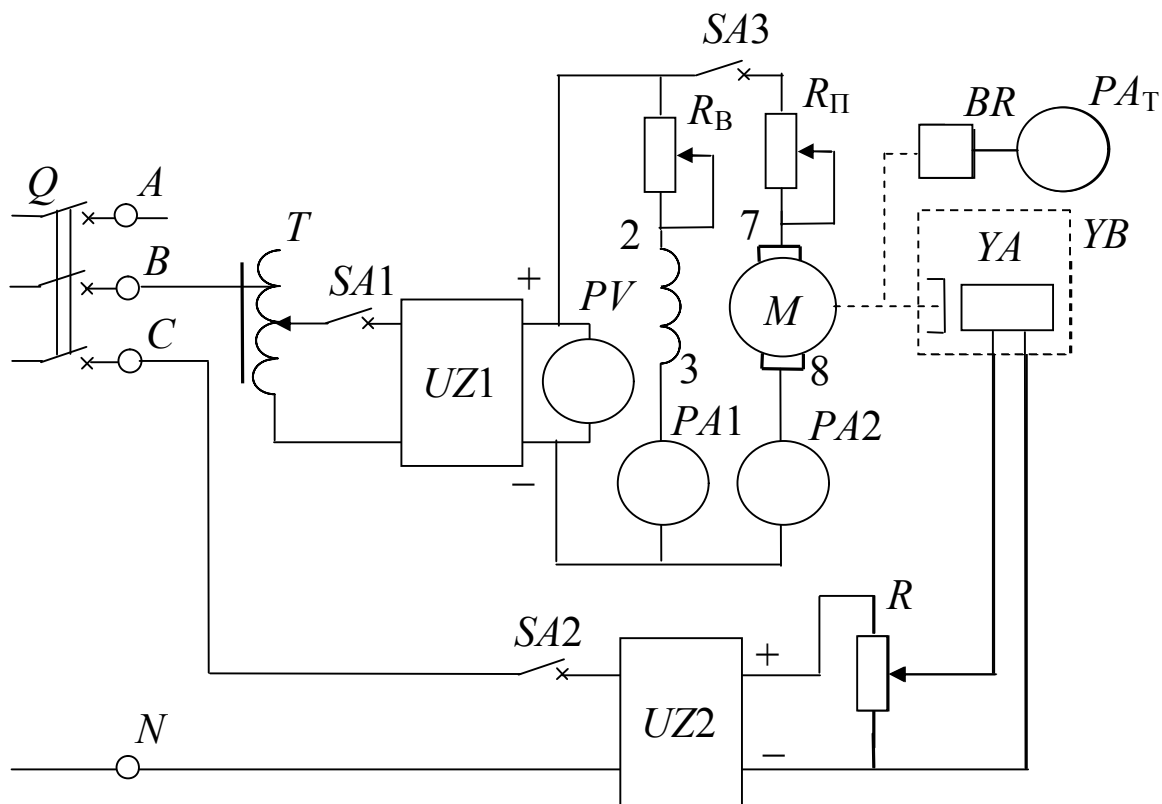


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Величина постоянного напряжения подводимого к двигателю

от выпрямителя  $UZ1$  измеряется вольтметром  $PV$  (типа М42300 на предельное напряжение  $U_{пр} = 150$  В). Автотрансформатор  $T$  своим входом (220 В) подсоединяется к клеммам  $B$  и  $N$  трехфазной сети напряжением 220 В ( $f = 50$  Гц). Якорь двигателя подсоединяется к выпрямителю  $UZ2$  через выключатель (расположен над реостатом сопротивлением 15 Ом) и пусковой реостат  $R_{п}$  сопротивлением 15 Ом. Ток якоря измеряется амперметром  $PA2$  (типа М42100 на предельный ток  $I_{пр} = 1$  А).

Ток возбуждения  $I_{в}$  регулируется реостатом  $R_{в}$  сопротивлением 1000 Ом и измеряется амперметром  $PA1$  (типа М42100 на предельный ток  $I_{пр} = 1$  А).

Нагрузкой двигателя  $M$  (рис. 1) служит тормоз с электромагнитным приводом  $YB$ . Его основными частями являются алюминиевый диск, укрепленный на валу, сочлененный муфтой с валом двигателя, и электромагниты  $YA$ , окружающие диск. При питании катушек электромагнитов постоянным током создается магнитное поле, индуктирующее во вращающемся диске вихревые токи. В результате взаимодействия вихревых токов с магнитным полем возникает момент в направлении вращения диска, который поворачивает электромагниты вместе с противодействующим грузом и стрелкой, указывающей значение вращающего момента на неподвижной шкале. Величина тормозного момента регулируется изменением тока в катушках электромагнитов  $YA$ , осуществляемого реостатом  $R$  сопротивлением 470 Ом, подключенным к выходу выпрямителя  $UZ2$  ("Выпр. II"). На вход выпрямителя  $UZ2$  подается фазное напряжение с блока включения (клеммы  $C$  и  $N$ ).

Частота вращения ротора двигателя измеряется фототахометром ФТ-2, в котором роль преобразователя частоты вращения в ток  $BR$  выполняет фотодиод, освещаемый электрической лампочкой. Между ними расположен диск с прорезями, насаженный на вал тормоза. Ток на выходе преобразователя пропорционален частоте засветки фотодиода, которая определяется частотой вращения диска и, следовательно, двигателя. Этот ток измеряется микроамперметром  $PA_{т}$ , который входит в состав фототахометра и проградуирован в оборотах в минуту (об/мин).

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Изучить устройство двигателя на разобранных образцах.

4.2. Ознакомиться с используемым оборудованием и приборами и занести их технические данные в соответствующую таблицу отчёта.

4.3. Собрать электрическую схему (рис. 1) и дать её проверить лаборанту. При этом все выключатели должны находиться в выключенном состоянии (нижнее положение), а регуляторы автотрансформатора  $T$  и реостатов – против часовой стрелки до упора.

4.4. Включить стенд – установить выключатель  $Q$  блока включения в положение "Вкл", установить выключатели  $SA1$  и  $SA2$  выпрямителей в положение соответственно "Вкл. Выпр I" и "Вкл. Выпр. II".

4.5. С помощью автотрансформатора установить подаваемое на двигатель постоянное напряжение 70 В (или меньшее до 50 В по указанию преподавателя).

4.6. С помощью реостата  $R_B$  установить ток в обмотке возбуждения 0,4 А.

4.7. Запустить двигатель, включив выключатель  $SA3$ , и по мере разгона якоря вывести сопротивление пускового реостата  $R_{II}$  поворотом его регулятора по часовой стрелке до предела.

4.8. Снять механическую характеристику двигателя. Для этого изменять с помощью реостата  $R$  момент нагрузки от 0 до 0,05 Н·м через 0,01 Н·м. Показания приборов заносить в табл. 1.

Таблица 1

Экспериментальные и расчетные данные исследования  
механической характеристики двигателя

№ пп	Задано	Измерено		Вычислено		
	$M$ , Н·м	$n$ , об/мин	$I_{я}$ , А	$P_1$ , Вт	$P_2$ , Вт	$\eta$ , %

4.9. Исследовать способы регулирования частоты вращения якоря двигателя при постоянном моменте  $M = 0,03$  Н·м:

а) изменением тока возбуждения  $I_B$  от 0,4 до 0,2 А через 0,05 А;

б) изменением подводимого напряжения от 70 до 50 В через 5 В, поддерживая при этом реостатом  $R_B$  неизменный ток возбуждения  $I_B = 0,4$  А.

Результаты измерений занести в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Экспериментальные данные исследования регулирования частоты вращения при  $U = 70$  В и  $M = 0,03$  Н·м

Задано	Измерено	
	$n$ , об/мин	$I_{я}$ , А
$M$ , Нм		

Таблица 3

Экспериментальные данные исследования регулирования частоты вращения при  $I_B = 0,4$  А и  $M = 0,03$  Н·м

Задано	Измерено	
	$n$ , об/мин	$I_{я}$ , А
$U$ , В		

4.10. Изменить направление вращения якоря двигателя. Для этого, выключая каждый раз стенд, менять местами подсоединение проводников к клеммам:

- а) обмотки возбуждения;
- б) обмотки якоря.

Включая после пересоединений стенд, убедиться, что направление вращения двигателя каждый раз меняется.

4.11. Выключить стенд и дать проверить результаты измерений преподавателю.

4.12. После утверждения результатов привести выключатели и регуляторы в исходное состояние и разобрать схему.

## 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЁТА

5.1. Для каждого опыта вычислить и занести в табл. 1:

- а) потребляемую двигателем мощность  $P_1 = U(I_{я} + I_B)$ ;
- б) мощность на валу двигателя  $P_2 = M n / 9,55$  Вт;
- в) КПД двигателя  $\eta = P_2 / P_1 \cdot 100\%$ .

5.2. В общей системе координат (в масштабе) построить рабочие характеристики двигателя  $n(P_2)$ ,  $\eta(P_2)$ ,  $M(P_2)$ ,  $I_{я}(P_2)$ .

5.3. Построить механическую характеристику двигателя.

5.4. Объяснить в отчёте характер и причину отклонения полученных характеристик от ожидаемых.

5.5. Дать в отчете заключение по выполненным в работе способам регулирования скорости и реверсирования двигателя.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Почему статор и ротор двигателя выполнены из ферромагнитного материала, а не из алюминия или пластмассы?

6.2. Почему магнитопровод ротора двигателя набирается из отдельных пластин, а статор выполняется в виде цельной отливки?

6.3. Какие существуют обмотки возбуждения, в чем их отличие и как они соединяются? Как подразделяются двигатели при этом?

6.4. Как обозначаются выводы обмоток на клеммной панели двигателя?

6.5. От каких физических величин зависит вращающий электромагнитный момент двигателя?

6.6. Как изменяется вращающий момент двигателя при изменении питающего напряжения?

6.7. Как происходит процесс саморегулирования двигателя при изменении нагрузки на его валу?

6.8. Какова роль в двигателе противоэлектродвижущей силы якоря и от каких физических величин она зависит?

6.9. Почему при уменьшении тока в цепи возбуждения двигателя возрастает ток якоря?

6.10. Во сколько раз и почему пусковой ток якоря отличается от номинального?

6.11. Что будет, если запускать двигатель без ограничения пускового тока?

6.12. Какими способами ограничивают пусковой ток?

6.13. Почему при пуске устанавливают номинальный ток возбуждения?

6.14. Из каких соображений выбирается величина сопротивления пускового реостата?

6.15. Дайте объяснение механической характеристики двигателя?



6.16. Во сколько раз пусковой момент превышает номинальный?

6.17. В каком режиме будет максимальный вращающий момент?

6.18. Почему механическая характеристика становится менее "жёсткой", если сопротивление цепи якоря увеличивается?

6.19. Какие потери мощности и где имеют место в двигателе и как они зависят от величины нагрузки?

6.20. Объясните характер и причину изменения КПД при изменении мощности нагрузки  $P_2$ ?

6.21. Почему с ростом нагрузки двигателя ток якоря увеличивается?

6.22. Какими способами регулируется частота вращения двигателя? Достоинства и недостатки этих способов.

6.23. Как и почему изменяется частота вращения двигателя последовательного возбуждения при изменении:

- а) сопротивления реостата возбуждения;
- б) напряжения питания;
- в) сопротивления в цепи якоря (например, пускового реостата)?

6.24. Почему во время работы двигателя нельзя разрывать цепь возбуждения?

6.25. Какими способами изменяют направление вращения двигателя, почему происходит это изменение и какой способ более приемлем?

6.26. Какой двигатель постоянного тока можно питать от сети переменного тока и почему?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Касаткин А. С. Курс электротехники / А. С. Касаткин, М. В. Немцов – М.: Высш. шк., 2005. - 542 с.

2. Жарова, Т.А. Практикум по электротехнике : учеб. пособие / Т.А. Жарова. М.: Высш. шк., 2009. - 127 с.

3. ГОСТ 2.710-81 Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

4. ГОСТ 2.722-68 Обозначения условные графические в схе-

мах. Машины электрические.

5. ГОСТ 18311-80 (2004) Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий.