

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.03.2024 11:44

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c12eab0173e943d14a4851fda36d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра инфраструктурных энергетических систем

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 21 »

03 2024 г.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Методические указания по выполнению лабораторной работы  
по электротехнике

Курск 2024

УДК 621.3 (076.1)

Составители: А. С. Романченко, И. А. Башмакова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А. С. Чернышёв*

**Исследование двигателя постоянного тока:** методические указания по выполнению лабораторной работы по электротехнике для студентов технических специальностей и направлений подготовки / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. С. Романченко, И. А. Башмакова. - Курск, 2024. - 9 с.: ил. 1, табл. 3. - Библиогр.: с. 9.

Методические указания содержат сведения по исследованию двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. Указывается порядок выполнения лабораторной работы, правила оформления отчета. Лабораторная работа охватывает материал по теме «Машины постоянного тока», включая исследование механической и рабочих характеристик двигателя, пуск, регулирование и измерение частоты вращения и реверсирование двигателя.

Методические указания соответствуют требованиям рабочих программ дисциплин «Электротехника», «Основы электротехники и электроснабжения», «Электротехника и электроника».

Предназначены для студентов технических специальностей и направлений подготовки при проведении лабораторных занятий.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 0,52. Уч.-изд.л. 0,47. Тираж 50 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. 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 раздел «Машины постоянного тока».

2.2. Освоить методику выполнения лабораторной работы по настоящим методическим указаниям.

2.3. Заготовить отчёт со схемой экспериментальной установки, таблицами для 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  $I_B = I_{\text{я}} = 0,4$  А, а номинальный момент и частота вращения  $M_{\text{ном}} = 0,03$  Н·м и  $n_{\text{ном}} \approx 2500$  об/мин.

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

Величина постоянного напряжения, подводимого к двигателю от выпрямителя  $UZ1$ , измеряется вольтметром  $PV$  магнитоэлектрической системы на предельное напряжение  $U_{\text{пр}} = 150$  В. Автотрансформатор  $T$  своим входом (220 В) подсоединяется к фазному напряжению трехфазной сети напряжением 220 В ( $f = 50$  Гц), например, к клеммам  $B$  и  $N(0)$  стенда. Якорь двигателя подсоединяется к выпрямителю  $UZ2$  через выключатель (расположен над реостатом сопротивлением 15 Ом) и пусковой реостат  $R_{\text{п}}$  сопротивлением 15 Ом. Ток якоря измеряется амперметром  $PA2$  магнитоэлектрической системы на предельный ток  $I_{\text{пр}} = 1$  А.

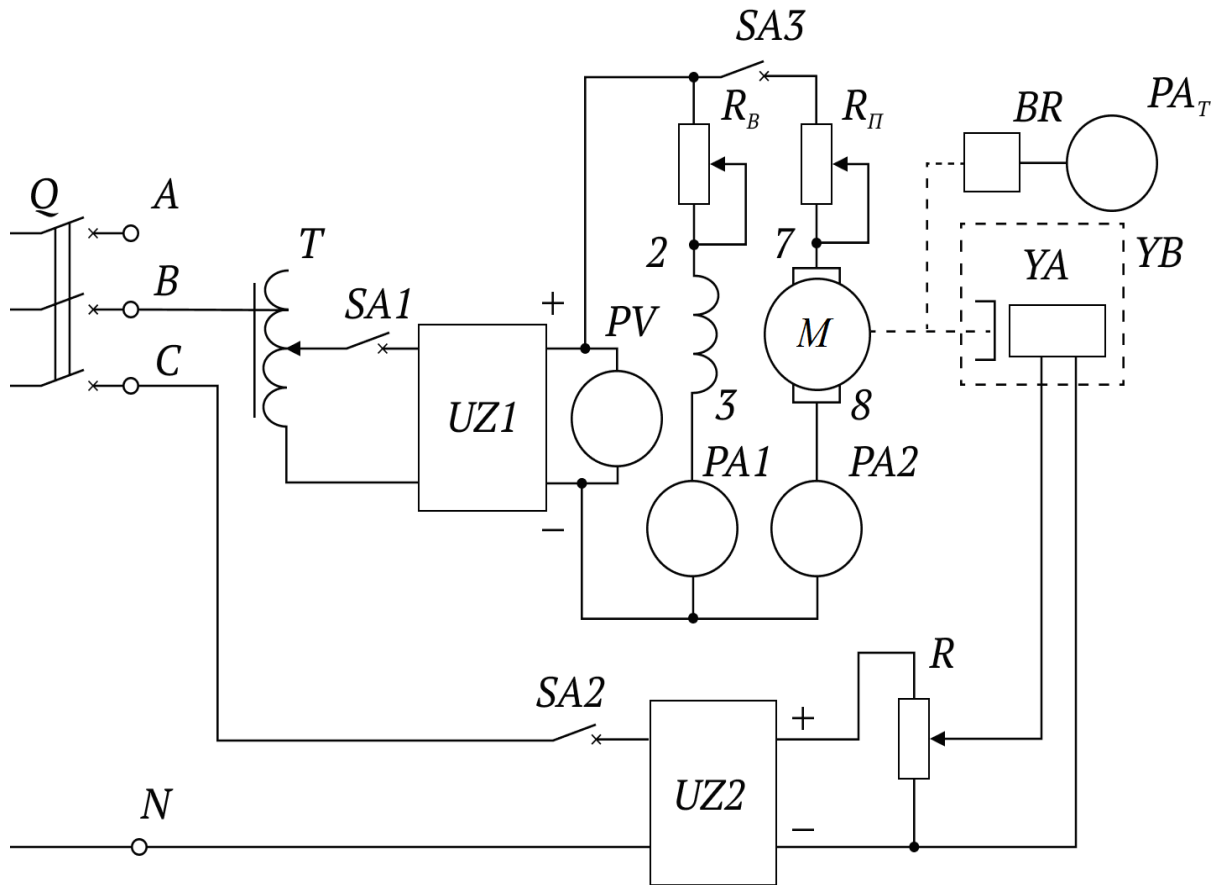


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

Ток возбуждения  $I_B$  регулируется реостатом  $R_B$  сопротивлением 1000 Ом и измеряется амперметром  $PA1$  магнитоэлектрической системы на предельный ток  $I_{пр} = 1A$ .

Нагрузкой двигателя  $M$  (рисунок 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 (например, 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  $PA_T$ , который входит в состав фототахометра и проградуирован в оборотах в минуту (об/мин).

#### 4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Изучить устройство двигателя на разобранных образцах.

4.2. Ознакомиться с используемым оборудованием и приборами и определить цену деления измерительных приборов.

4.3. Собрать электрическую схему (рисунок 1) и дать её проверить лаборанту или преподавателю. При этом все выключатели должны находиться в выключенном состоянии (нижнее положение), а регуляторы автотрансформатора  $T$  и реостатов на стенде – 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 таблицу 1.

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 таблицы 2 и 3.

Таблица 1. Экспериментальные и расчетные данные исследования механической характеристики двигателя

№ пп	Задано	Измерено при $U= \underline{\quad}$ В		Вычислено		
	$M, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$n, \text{ об/мин}$	$I_{\text{я}}, \text{ А}$	$P_1, \text{ Вт}$	$P_2, \text{ Вт}$	$\eta, \%$

Таблица 2. Экспериментальные данные исследования регулирования частоты вращения при  $M = 0,03$  Н·м

Задано	Измерено при $U= \underline{\quad}$ В	
$I_B, \text{ А}$	$n, \text{ об/мин}$	$I_{\text{я}}, \text{ А}$

Таблица 3. Экспериментальные данные исследования регулирования частоты вращения при  $I_B= 0,4$  А и  $M = 0,03$  Н·м

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

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

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

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

4.11. Выключить стенд и дать проверить результаты измерений преподавателю. После утверждения результатов привести выключатели и регуляторы в исходное состояние.

## 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

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

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

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

5.3. Построить механическую характеристику двигателя  $n(M)$ .

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

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

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

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

4. Как обозначаются выводы обмоток на клеммной панели двигателя?

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

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

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

8. Какова роль в двигателе электродвижущей силы якоря и от каких физических величин она зависит?

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

10. Во сколько раз и почему пусковой ток якоря отличается от номинального? Что будет, если запускать двигатель без ограничения пускового тока?

11. Какими способами ограничивают пусковой ток?

12. Почему при пуске устанавливают номинальный ток возбуждения?

13. Из каких соображений выбирается величина сопротивления пускового реостата?

14. Дайте объяснение механической характеристики двигателя.

15. Почему механическая характеристика становится менее «жёсткой», если сопротивление цепи якоря увеличивается?

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

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

18. Почему с ростом нагрузки двигателя ток якоря увеличивается?

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

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

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

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

23. Каково назначение щёточно-коллекторного механизма в двигателе?



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Касаткин А. С. Курс электротехники : учебник / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - М.: Высшая школа, 2005. - 542 с. - Текст : непосредственный.
2. Электротехника и электрооборудование / П. П. Ястребов, И. П. Смирнов, Г. Д. Журавлев и др.; Под ред. П. П. Ястребова. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. - Текст : непосредственный.
3. Иванов И. И. Электротехника : учебное пособие. - С-Пб.: Лань, 2009. - 496 с. - Текст : непосредственный.
4. Жарова Т.А. Практикум по электротехнике : учебное пособие. - С-Пб.: Лань, 2009. - 127 с. - Текст : непосредственный.