

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:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c12eab0173e943d14a4851fda56d089

## 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 (ЮЗГУ)

2024 г.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

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 трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:** 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. - 7 с.: ил. 1, табл. 1. - Библиогр.: с. 7.

Методические указания содержат сведения по исследованию трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Указывается порядок выполнения лабораторной работы, правила оформления отчета. Лабораторная работа охватывает материал по теме «Асинхронные машины».

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

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. 0,41. Уч.-изд.л. 0,37. Тираж 50 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Изучить устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором на разобранных образцах.

1.2. Снять и построить рабочие характеристики двигателя.

## 2. ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЯМ

2.1. Изучить по конспекту лекций и рекомендованному учебнику в разделе «Асинхронные машины» устройство, условное графическое обозначение, паспортные данные, принцип действия, рабочие характеристики, способы пуска, способы регулирования скорости вращения и реверсирования трехфазных асинхронных двигателей.

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

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

## 3. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

Работа выполняется на стенде СОЭ-2. Объектом исследования является двигатель типа 4ААМ50А4УЗ с напряжением питания 220/380 В.

Нагрузкой двигателя  $M$  (рисунок 1) служит тормоз с электромагнитным приводом  $УВ$ . Его основными частями являются алюминиевый диск, укрепленный на валу, сочлененный муфтой с валом двигателя, и электромагниты  $УА$ , 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 электромагнитов 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  $УА$ , осуществляемого автотрансформатором  $T$  типа АОСН-2-220 через выпрямитель  $UZ$  ("Выпр. II").

Вход автотрансформатора  $T$  (на напряжение 220 В) включается на фазное напряжение (например, клеммы  $C$  и  $N$  блока включения), а к его выходу (0...250 В) подсоединяется выпрямитель  $UZ$ . Так как

максимальный момент тормоза, равный 0,26 Н·м, меньше номинального момента исследуемого двигателя ( $M_{\text{ном}} = 0,42 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ), то двигатель включается по схеме "звезда", а не по схеме "треугольник". Это необходимо при имеющемся на стенде трехфазном напряжении 220 В. При этом, учитывая, что вращающий момент двигателя пропорционален квадрату напряжения питания, номинальный вращающий момент, а, следовательно, и мощность двигателя, уменьшатся в три раза.

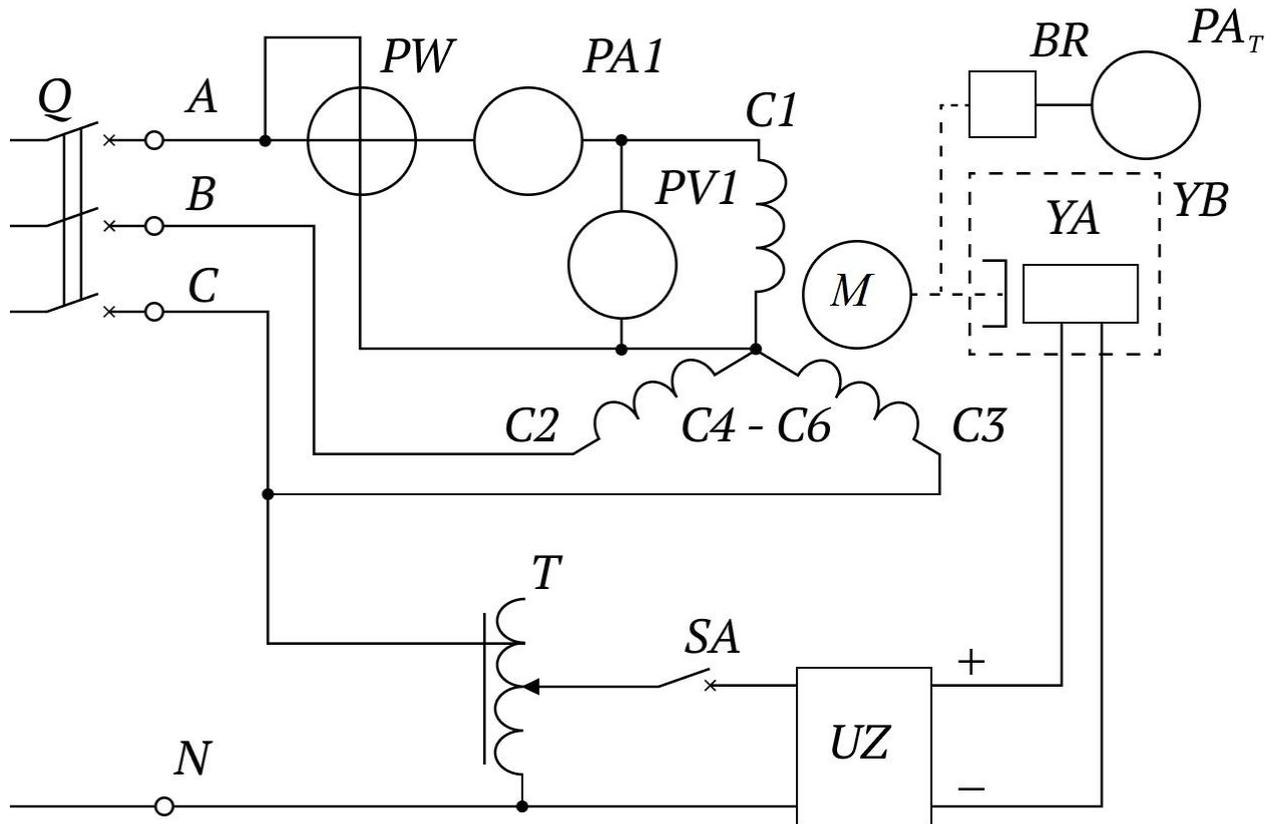


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

На двигатель подается трехфазное напряжение 220 В ( $f = 50 \text{ Гц}$ ) с блока включения (клеммы  $A$ ,  $B$  и  $C$ ). Фазные напряжения, ток и активная мощность измеряются, соответственно, вольтметром  $PV$  электромагнитной системы на предельное напряжение  $U_{\text{пр}} = 150 \text{ В}$ , амперметром  $PA$  электромагнитной системы на предельный ток  $I_{\text{пр}} = 0,5 \text{ А}$  и ваттметром  $PW$  электродинамической системы с  $U_{\text{пр}} = 150 \text{ В}$  и  $I_{\text{пр}} = 1 \text{ А}$ , т.е. с пределом измерения по мощности  $P_{\text{пр}} = U_{\text{пр}} I_{\text{пр}} = 150 \text{ Вт}$ ).

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 фото-

диода, которая определяется частотой вращения диска и, следовательно, двигателя. Этот ток измеряется микроамперметром  $P_{AT}$ , 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. Рассмотреть устройство статора с обмоткой, ротора с «беличьей клеткой», вентилятора, клеммной панели и корпуса. Уяснить назначение каждой детали.

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

4.3. Собрать электрическую схему (рисунок 1) и дать ее проверить лаборанту или преподавателю. При этом все выключатели должны находиться в выключенном состоянии (нижнее положение), а регулятор автотрансформатора  $T$  – против часовой стрелки до упора.

4.4. Включить стенд – установить выключатель  $Q$  блока включения в положение "Вкл", установить выключатель  $SA$  выпрямителя в положение "Вкл. Выпр. II". Так как двигатель маломощный, для него при этом выполняется так называемый «прямой пуск».

4.5. Изменять момент тормоза (нагрузки двигателя) от 0 до 0,16 Н·м через 0,04 Н·м путем увеличения выходного напряжения автотрансформатора  $T$ , записывая показания приборов в таблицу 1.

Таблица 1. Экспериментальные и расчетные данные исследования.

№ пп	Задано $M, \text{Н}\cdot\text{м}$	Измерено				Вычислено				
		$n, \text{об/мин}$	$I_{1\phi}, \text{А}$	$U_{1\phi}, \text{В}$	$P_{\phi}, \text{Вт}$	$P_2, \text{Вт}$	$P_1, \text{Вт}$	$\eta, \%$	$\cos \varphi_1$	$s, \%$
1										
2										
3										
4										
5										

4.6. Выключить стенд, привести выключатели и регуляторы в исходное состояние и, не разбирая цепи, дать проверить результаты измерений преподавателю.

## 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

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

а) мощность на валу двигателя  $P_2 = \omega \cdot M = M \cdot 2\pi n / 60 = M \cdot n / 9,55 \text{ Вт}$ ;

б) мощность, потребляемую двигателем из сети  $P_1 = 3 \cdot P_{1\phi} \text{ Вт}$ ;

в) КПД двигателя  $\eta = P_2 / P_1 \cdot 100\%$ ;

г) коэффициент мощности двигателя  $\cos \varphi_1 = P_{1\phi} / S_{1\phi} = P_{1\phi} / (U_{1\phi} \cdot I_{1\phi})$ ;

д) скольжение  $s = \frac{n_1 - n}{n_1} 100\%$ , где  $n_1 = 60f/p$  – частота вращения

магнитного поля (об/мин),  $f$  – частота тока в сети (50 Гц),  $p$  – число пар полюсов двигателя (из обозначения двигателя  $p=4/2=2$ ).

5.2. Записать в отчет расчетные формулы.

5.3. В общей системе координат (в масштабе) построить рабочие характеристики двигателя  $n(P_2)$ ,  $\eta(P_2)$ ,  $\cos \varphi_1(P_2)$ ,  $M(P_2)$ ,  $I_1(P_2)$ ,  $s(P_2)$ .

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

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что является нагрузкой электродвигателя вообще и в данной работе в частности? Объясните устройство и принцип действия используемого в работе тормоза. Как осуществляется регулирование момента нагрузки в работе?

2. Охарактеризовать исследуемый двигатель по паспортной табличке, прикрепленной к его корпусу.

3. Как обозначены и расположены выводы обмоток на клеммной панели?

4. В каком случае двигатель соединяется по схеме "звезда", а в каком по схеме "треугольник"? Как это осуществить на клеммной панели и к каким клеммам подсоединяется сеть?

5. Каких значений может достигать кратность пускового начального тока при прямом включении двигателя с короткозамкнутым ротором в сеть?

6. Почему исследуемый двигатель запускается в ход без пусковых устройств и какие способы пуска в ход асинхронного двигателя существуют?

7. В каком случае возможно применение способа пуска двигателя переключением со схемы «треугольник» на схему «звезда»? Как при этом изменяются и во сколько раз пусковые ток и момент?

8. Как будет вести себя двигатель, если подключить его к сети с одним оборванным линейным проводом или неисправным предохранителем?

9. Дайте объяснение характера изменения механической характеристики двигателя.

10. Во сколько раз пусковой и максимальный моменты двигателя превышают номинальный?

11. Как и на сколько изменяется вращающий момент двигателя при изменении питающего напряжения?

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

13. Объясните характер и причину изменения  $\eta$ ,  $\cos\varphi_1$  и  $I_1$  при изменении полезной мощности  $P_2$ .

14. Как изменить направление вращения двигателя?

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

16. Что произойдет и почему, если при работе двигателя вхолостую или под номинальной нагрузкой произойдет обрыв линейного провода сети или перегорит предохранитель одной из фаз?

17. Что произойдет и почему, если двигатель включить на постоянное напряжение вместо переменного той же величины?

## 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.