

Лабораторная работа №5 Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения

Цель работы:

Изучить рабочие характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ), экспериментально определить и построить зависимости:

- частоты вращения n от тока якоря $I_{\text{я}}$ ($n = f(I_{\text{я}})$);
- момента на валу M от тока якоря $I_{\text{я}}$ ($M = f(I_{\text{я}})$);
- КПД η от полезной мощности P_2 ($\eta = f(P_2)$).

1. Необходимое оборудование:

Для выполнения работы используется лабораторный стенд, включающий:

- двигатель постоянного тока независимого возбуждения (номинальная мощность $P_{\text{ном}} = 2,2$ кВт, номинальное напряжение $U_{\text{ном}} = 220$ В);
- источник питания цепи возбуждения;
- источник питания якоря с регулируемым напряжением;
- амперметры для измерения тока якоря и тока возбуждения;
- вольтметр для измерения напряжения на якоре;
- тахометр для измерения частоты вращения;
- ваттметр для измерения потребляемой мощности;
- соединительные провода.

2. Краткие теоретические сведения

Двигатель постоянного тока независимого возбуждения имеет обмотку возбуждения, питаемую от отдельного источника. Это позволяет регулировать магнитный поток независимо от режима работы якоря.

Основные уравнения ДПТ НВ:

1. Уравнение напряжения на якоре:

$$U = E + I_{\text{я}} R_{\text{я}},$$

где U — напряжение на якоре, E — ЭДС якоря, $I_{\text{я}}$ — ток якоря, $R_{\text{я}}$ — сопротивление цепи якоря.

2. ЭДС якоря:

$$E = k\Phi n,$$

где k — конструктивная постоянная машины, Φ — магнитный поток, n — частота вращения.

3. Вращающий момент:

$$M = k\Phi I_{\text{я}}.$$

4. Частота вращения:

$$n = \frac{U - R_{\text{я}} I_{\text{я}}}{k\Phi}$$

5. КПД двигателя:

$$\eta = (P_2 / P_1) \cdot 100\%,$$

где P_2 — полезная мощность на валу, P_1 — потребляемая мощность.

При увеличении нагрузки (тока якоря) частота вращения уменьшается линейно, момент растёт пропорционально току, а КПД сначала увеличивается, достигая максимума при номинальной нагрузке, затем снижается.

3. Порядок выполнения работы:

- 1 Изучить техническое описание.
- 2 Убедиться, что все выключатели, кнопки, автоматические выключатели, дифференциальные автоматы, УЗО модулей стенда находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О»; кнопки - отжатое состояние; автоматического выключателя, дифференциального автомата, УЗО - «OFF»).
- 3 По указанию преподавателя, выбрать модули стенда для выполнения текущего задания. Расставить их на лабораторной стойке так, чтобы было удобно проводить эксперимент. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
- 4 Подключить защитное заземление
- 5 Подключить модули стенда к сети -220В 50Гц.
- 6 Соединить модули стенда согласно схеме соединений.
- 7 Провести эксперимент.

- 8 Отключить модули от сети -220В 50Гц.
- 9 Составить отчет по лабораторной работе.

Исходные данные

Номинальные параметры исследуемого двигателя:

- $P_{\text{ном}} = 2,2 \text{ кВт};$
- $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В};$
- $I_{\text{ном}} = 12 \text{ А};$
- $n_{\text{ном}} = 1500 \text{ об/мин};$
- $R_{\text{я}} = 1,5 \Omega.$

Ток возбуждения поддерживается постоянным: $I_{\text{в}} = 0,5 \text{ А}.$

Результаты измерений при различных нагрузках:

№ опыта	$U, \text{ В}$	$I_{\text{я}}, \text{ А}$	$n, \text{ об/мин}$	$M, \text{ Н·м}$	$P_1, \text{ Вт}$	$P_2, \text{ Вт}$	$\eta, \%$
1	220	2,0	1650	13,5			
2	220	4,0	1580	26,8			
3	220	6,0	1520	39,5			
4	220	8,0	1460	52,1			
5	220	10,0	1400	64,7			
6	220	12,0	1350	77,2			

Расчёты

1. Полезная мощность на валу:

$$P_2 = M * \omega = M * \frac{2\pi n}{60}$$

где ω — угловая скорость, рад/с

2. Потребляемая мощность:

$$P_1 = U * I_{\text{я}}.$$

3. КПД:

$$\eta = (P_2 / P_1) \cdot 100\%,$$

По результатам расчётов строятся следующие графики (на одном листе или отдельных):

1. Зависимость частоты вращения от тока якоря: $n = f(I_{\text{я}})$.
2. Зависимость момента от тока якоря: $M = f(I_{\text{я}})$.
3. Зависимость КПД от полезной мощности: $\eta = f(P_2)$.

Пример графика $n = f(I_{\text{я}})$:

- по оси X — $I_{\text{я}}$, А (от 0 до 12 А);
- по оси Y — n , об/мин (от 1300 до 1700 об/мин);
- график представляет собой нисходящую прямую, что соответству

ет механической характеристике ДПТ НВ.

Пример графика $M = f(I_{\text{я}})$:

- по оси X — $I_{\text{я}}$, А;
- по оси Y — M , Н·м;
- график —

восходящая прямая, так как момент пропорционален току якоря.

Пример графика $\eta = f(P_2)$:

- по оси X — P_2 , Вт (от 0 до 3000 Вт);
- по оси Y — η , %;
- график имеет максимум при $P_2 \approx 2500$ —

2900 Вт, что соответствует номинальной нагрузке.

4 Порядок проведения эксперимента:

В работе используются:

- модули: «Автотрансформатор регулируемый», «Источник питания ДПТ», «Мультиметры», «Силовой модуль»;
- электромашинный агрегат.

4.1 Ознакомиться с принципиальной электрической схемой на рисунке 1.

4.2 Собрать схему по рисунку 1.

4.3 Представить схему для проверки преподавателю.

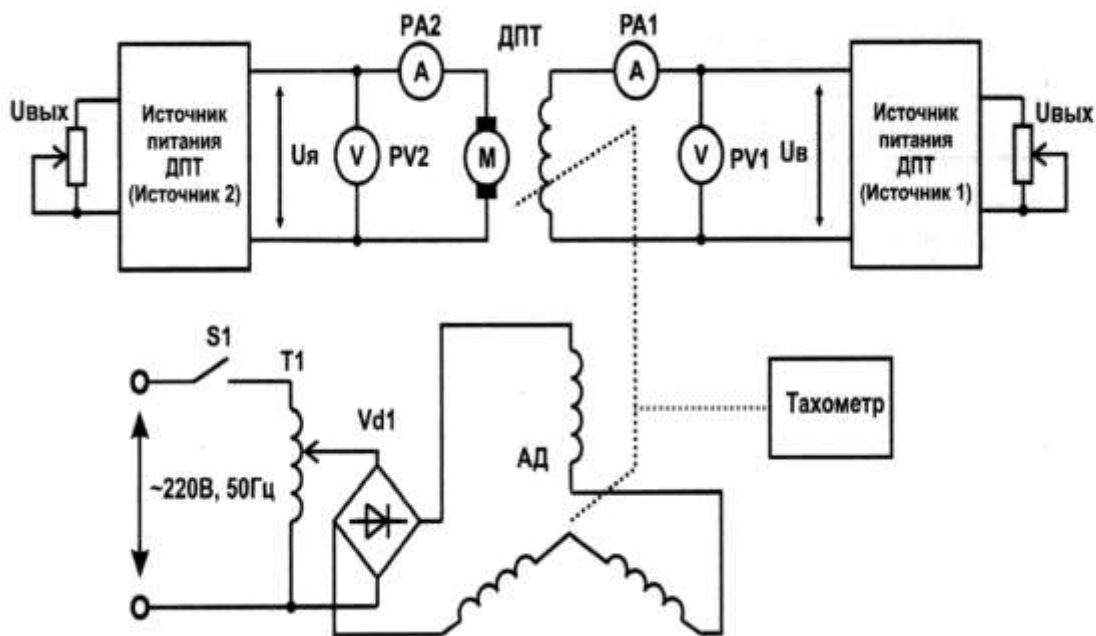


Рисунок 1 Схема электрическая принципиальная

Характеристика холостого хода

4.4 Включить переключатель «ВКЛ.» модулей: «Автотрансформатор регулируемый», «Источник питания ДПТ», «Мультиметры», «Силовой модуль».

4.5 Вращая ручку модуля «Автотрансформатор регулируемый», установить минимальное значение напряжения $U_{\text{ЛАТР}}$ на автотрансформаторе Т1.

4.6 По указанию преподавателя, путем вращения ручки « $U_{\text{вых}}$ » модуля «Источник питания ДПТ» (Источник 2), установить величину напряжения в цепи якоря $U_{\text{я}}$, в пределах 0...220В. По измерительным приборам РА2 (модуль «Источник питания ДПТ»), РV2 (мультиметр) считывать показания $U_{\text{я}}$ и $I_{\text{я}}$. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1.

$U_{\text{я}}, \text{В}$		
$I_{\text{я}}, \text{А}$		
$U_{\text{в}}, \text{В}$	$I_{\text{в}}, \text{А}$	$n, \text{об/мин}$

4.7 Регулируя величину напряжения в обмотке возбуждения $U_{\text{в}}$ в пределах 0...220В, снять характеристику холостого хода двигателя постоянного тока с независимым возбуждением $n = f(I_{\text{в}})$ при $U_{\text{я}} = \text{const}$, $I_{\text{я}} = \text{const}$. Для этого вращать ручку « $U_{\text{вых}}$ » модуля «Источник питания ДПТ» (Источник 1). Данные о скорости снимать с субблока «Тахометр» модуля «Модуль силовой». По амперметру РА1 модуль «Источника питания ДПТ») и вольтметру РV1 (мультиметр) считать показания $I_{\text{в}}$ и $U_{\text{в}}$. Данные занести в таблицу 1.

4.8 Выключить питание модулей: «Автотрансформатор регулируемый», «Источник питания ДПТ», «Мультиметры», «Силовой модуль».

4.9 Построить характеристику холостого хода двигателя постоянного тока $n = f(I_B)$, при $U_{\text{я}} = \text{const}$, $I_{\text{я}} = \text{const}$.

Скоростная характеристика

4.10 Включить питание модулей «Автотрансформатор регулируемый», «Источник питания ДПТ», «Мультиметры», «Силовой модуль».

4.11 Вращая ручку модуля «Автотрансформатор регулируемый» установить минимальное значение напряжения $U_{\text{ЛАТР}}$ на ЛАТРе.

4.12 Установить значение напряжения обмотки якоря двигателя постоянного тока по указанию преподавателя. Для этого вращать ручку « $U_{\text{ВЫХ}}$ » модуля «Источник питания ДПТ» (Источник 2) от крайнего левого положения. Данные считывать по вольтметру PV2 (мультиметр).

4.13 По указанию преподавателя, установить значение тока обмотки возбуждения двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Для этого вращать ручку « $U_{\text{ВЫХ}}$ » модуля «Источник питания ДПТ». Данные считывать с амперметра PA1 (Источник 1).

4.14 Снять скоростную характеристику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением $n = f(I_{\text{я}})$, при $U_{\text{я}} = \text{const}$, $I_{\text{в}} = \text{const}$. Для этого вращая ручку модуля «Автотрансформатор регулируемый» в диапазоне $U_{\text{ЛАТР}} = 0 \dots 250\text{В}$, тем самым постепенно увеличивая нагрузку на валу двигателя постоянного тока снимать показания тока якоря $I_{\text{я}}$ с амперметра PA2 (Источник 2) и число оборотов вала двигателя n . Данные о скорости снимать с субблока «Тахометр» модуля «Модуль силовой». Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2

$U_{Я}, В$		
$I_{В}, А$		
$U_{ЛАТР}, В$	$I_{Я}, А$	$n, об/мин$

4.15 Выключить питание модулей «Автотрансформатор регулируемый», «Источник питания ДПТ», «Мультиметры», «Силовой модуль».

4.16 Построить скоростную характеристику двигателя постоянного тока независимым возбуждением $n=f(I_{Я})$, при $U_{Я} = \text{const}$, $I_{В} = \text{const}$.

Регулировочная характеристика

4.17 Включить питание модулей «Автотрансформатор регулируемый» «Источник питания ДПТ», «Мультиметры»), «Силовой модуль».

4.18 Вращая ручку модуля «Автотрансформатор регулируемый» установить минимальное значение напряжения $U_{ЛАТР}$.

4.19 Вращая ручки «Увых» модуля «Источник питания ДПТ» (Источник 1, Источник 2), установить номинальное напряжение возбуждения, номинальную скорость вращения двигателя $n=1500$ об/мин. Данные о скорости снимать с субблока «Тахометр» модуля «Модуль силовой». По амперметру РА1 и вольтметру РV1 (мультиметр) считать показания $I_{В}$ и $U_{В}$. Данные занести таблицу 3.

4.20 Снять регулировочную характеристику двигателя постоянного тока независимым возбуждением $I_{В}=f(I_{Я})$, при $U_{Я} = \text{const}$, Для этого

вращать ручку модуля «Автотрансформатор регулируемый» в диапазоне 0...250В, тем самым постепенно увеличивая нагрузку на валу двигателя $U_{ЛАТР}$,

снимать показания тока якоря $I_{\text{я}}$ по амперметру РА2 (Источник 2) и тока обмотки возбуждения $I_{\text{в}}$ по амперметру РА1 (Источник 1). Скорость вращения поддерживать постоянной путем подстройки $U_{\text{в}}$. Данные занести в таблицу 3.

4.21 Выключить питание модулей «Автотрансформатор регулируемый», «Источник питания ДПТ», «Мультиметры», «Силовой модуль».

Таблица 3

$U_{\text{я}}, \text{В}$		
$n, \text{об/мин}$		
$U_{\text{ЛАТР}}, \text{В}$	$I_{\text{я}}, \text{А}$	$I_{\text{в}}, \text{А}$

4.22 Построить регулировочную характеристику двигателя постоянного тока независимого возбуждения $I_{\text{в}}=f(I_{\text{я}})$ при $U_{\text{я}}=\text{const}$, $n=\text{const}$.

6. Контрольные вопросы:

1. Чем отличается двигатель независимого возбуждения от других типов двигателей постоянного тока?

2. Как влияет изменение тока возбуждения на механические характеристики ДПТ НВ?

3. Почему частота вращения ДПТ НВ уменьшается при увеличении нагрузки?

4. При какой нагрузке КПД двигателя достигает максимального значения? Почему?

5. Какие потери учитываются при расчёте КПД двигателя постоянного тока?

6. Как изменится механическая характеристика, если увеличить сопротивление в цепи якоря?

7. Сделать выводы по работе_____
