

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ГЕНЕРАТОР ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Цель работы:

1. Ознакомиться с конструкцией электрической машины постоянного тока.
2. Изучить принцип действия генератора постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением.
3. Снять и проанализировать основные характеристики генератора.

Теоретические пояснения

Генератор предназначен для преобразования механической энергии, поступающей от первичного двигателя, в электрическую энергию постоянного тока.

Основными частями генератора постоянного тока являются неподвижный индуктор (статор) и вращающийся якорь (ротор).

Индуктор состоит из станины (ярма), представляющий полый цилиндр, к внутренней поверхности которого крепятся главные полюса для возбуждения главного магнитного поля и дополнительные полюса для уменьшения искрения между коллектором и щетками из-за причин электромагнитного характера.

Главные полюса состоят из ферромагнитных сердечников с расположенными на них обмотками, которые называются обмотками возбуждения главного магнитного поля генератора.

Якорем называется часть машины, в обмотке которой наводится ЭДС. Якорь состоит из вала с насаженным на него сердечником и коллектором. Сердечник якоря выполняется из листовой электротехнической стали, в пазы которого укладываются секции обмотки. Концы каждой секции присоединяются к отдельным пластинам коллектора. Коллектор и прижатые к его поверхности щетки служат в генераторе постоянного тока для преобразования переменной ЭДС якоря в постоянное напряжение на щетках, к которым подключается внешняя цепь.

Принцип действия генератора постоянного тока основан на явлении электромагнитной индукции. При вращении якоря первичным двигателем в магнитном поле полюсов в обмотке якоря индуцируется ЭДС. Явление возникновения индуцированной ЭДС в проводнике называется электромагнитной индукцией. Под действием переменной ЭДС в замкнутой цепи якоря возникает переменный ток, который совпадает по направлению с ЭДС.

ЭДС якоря определяется по формуле: $E_{\text{я}} = C_e \cdot \Phi \cdot n$,

где C_e – постоянный коэффициент, n – частота вращения якоря.

Напряжение генератора выражается формулой $U = E_{\text{я}} - I_{\text{я}} R_{\text{я}}$.

Все генераторы постоянного тока делятся на две основные группы, а именно: на генераторы независимого возбуждения и самовозбуждающиеся.

В генераторах независимого возбуждения обмотка возбуждения получает питание от постороннего источника питания.

Генераторы параллельного возбуждения являются генераторами с самовозбуждением. Параллельная обмотка возбуждения генератора получает питание от собственного якоря. Начальной причиной самовозбуждения является ЭДС $E_{\text{яост}}$ от остаточного магнитного потока, который почти всегда существует в магнитной цепи машины.

Процесс самовозбуждения при $n = n_{\text{ном}} = \text{const}$ возможен, если соблюдаются следующие условия:

1. Наличие в магнитной цепи машины остаточного магнитного потока.
2. Поток, создаваемый обмоткой возбуждения, направлен согласно с остаточным магнитным потоком.
3. Сопротивление цепи возбуждения должно быть меньше критического.

Если не выполняется условие 1, то необходимо намагничивать машину при питании обмотки возбуждения от постороннего источника постоянного тока.

Если не выполняется условие 2, то нужно изменить направление тока в обмотке возбуждения.

Если не выполняется условие 3, то характеристика холостого хода и вольтамперная характеристика цепи возбуждения пересекаются при очень малых значениях тока возбуждения и самовозбуждение заканчивается в точке пересечения этих характеристик.

Свойства генератора постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением определяются его характеристиками, основными из которых являются характеристика холостого хода, внешняя и регулировочная характеристики.

Описание лабораторной установки

Объектом исследований является генератор постоянного тока. Генератор приводится во вращение асинхронным двигателем. Так как частота вращения асинхронного двигателя под нагрузкой изменяется незначительно, то в данных опытах ее можно принять постоянной величиной ($n = \text{const}$).

Порядок работы при исследовании ГПТ с независимым возбуждением

На рис. 1 представлена схема для исследования генератора постоянного тока с независимым возбуждением.

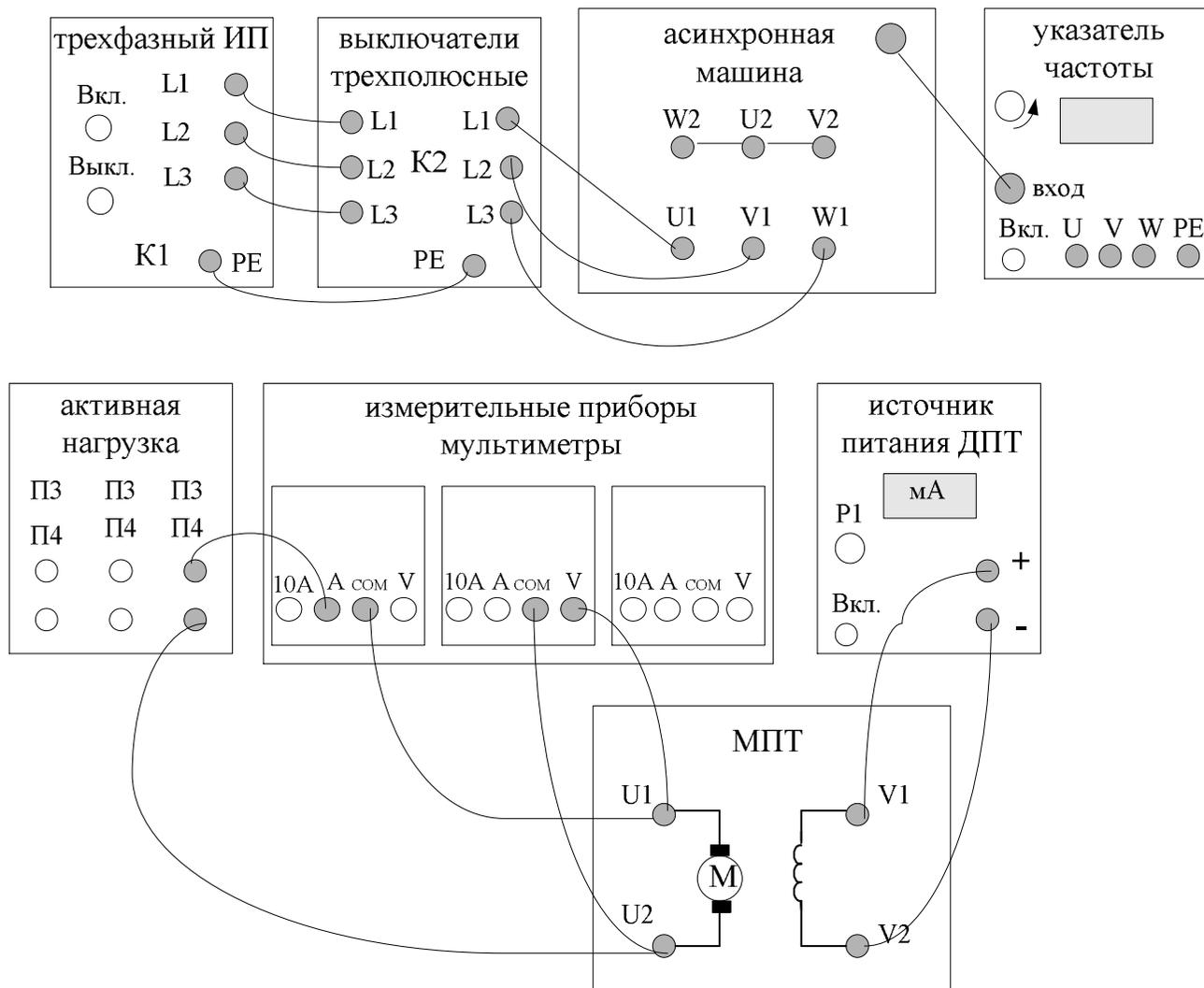


Рис. 1. Схема для исследования генератора постоянного тока с независимым возбуждением

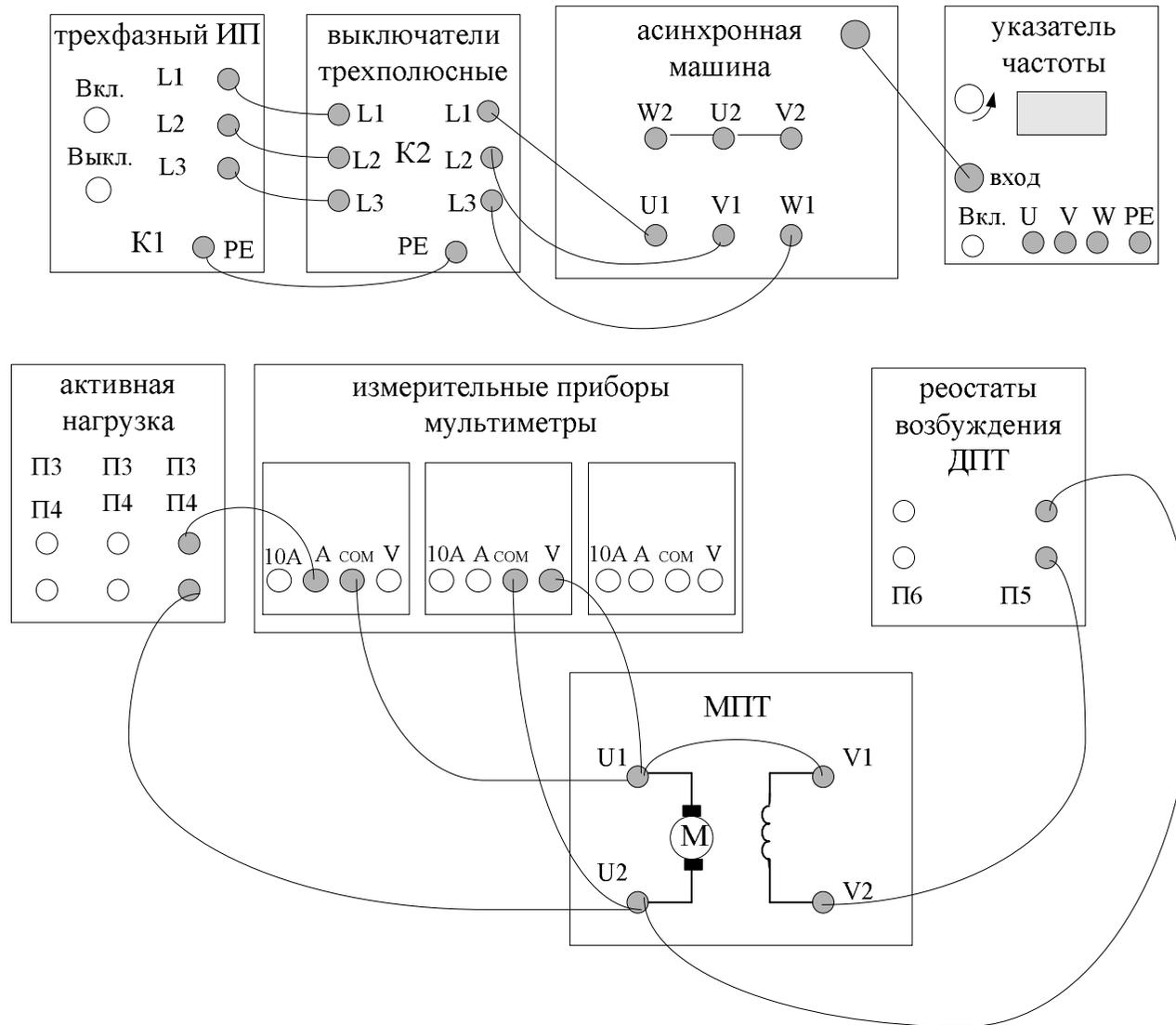


Рис. 2. Схема для исследования генератора постоянного тока с параллельным возбуждением

Пределы измерительных приборов в модуле «измерительные приборы» установить для амперметра 200 мА и для вольтметра, соответственно, 20 В. Сопротивление модуля «активная нагрузка» установить на 0 (переключатели ПЗ и П4 до упора влево).

Характеристика холостого хода – это зависимость ЭДС якоря от тока возбуждения $E_{\text{я}} = f(I_{\text{в}})$ при $n = \text{const}$, ток в нагрузке $I_{\text{н}} = I_{\text{я}}$ равен нулю.

1. Включить общее энергопитание (кнопка «Вкл.» на модуле «трехфазный ИП»).
2. Включить автомат модуля «трехфазный ИП» (ключ К1 вверх).
3. Включить автомат модуля «выключатели трехфазные» (ключ К2 вверх, асинхронный двигатель вращается).
4. Включить питание модулей «указатель частоты» и «источник питания ДПТ».
5. Регулятором Р1 модуля «источник питания ДПТ» установить такой ток возбуждения (миллиамперметр этого модуля), чтобы напряжение на вольтметре достигло 140 В (модуль «измерительные приборы»). Уменьшая ток возбуждения снять 5÷6 точек и занести в таблицу 1. Затем, увеличивая ток возбуждения, снять 5÷6 точек и занести в таблицу 1.

Таблица 1.

№ пп	Размагничивание		Намагничивание		Примечание
	$I_{\text{в}}, \text{мА}$	$U, \text{В}$	$I_{\text{в}}, \text{мА}$	$U, \text{В}$	
1					$E_{\text{яост}} =$
2					
3					
4					
5					
6					

Внешняя характеристика генератора – это зависимость напряжения на выходе генератора от тока нагрузки $U = f(I_{\text{н}})$ при $n = \text{const}$, $I_{\text{в}} = \text{const}$.

1. Регулятором Р1 модуля «источник питания ДПТ» установить напряжение на вольтметре 140 В.
2. Изменяя нагрузку переключателями ПЗ и П4 от 0 до 100 с шагом 20 (модуль «активная нагрузка») снять значения напряжения на выходе генератора и ток генератора (показания вольтметра и амперметра модуля «измерительные приборы») и занести в таблицу 2.
3. Переключатели ПЗ и П4 вернуть в положение 0.
4. Рассчитать относительное падение напряжения на нагрузке по формуле:

$$\Delta U = \frac{U_{\text{xx}} - U_{\text{ном}}}{U_{\text{xx}}} \cdot 100\% .$$

Таблица 2

№ пп	I_H , мА	U , В	Примечание
1			$U_{\text{ном}} = 130\text{В}$
2			
3			
4			
5			
6			

Регулировочная характеристика генератора – это зависимость тока возбуждения от тока нагрузки $I_B = f(I_H)$ при $U = \text{const}$, $n = \text{const}$.

1. Установить напряжение на выходе генератора 125 В (регулятором Р1 модуля «источник питания ДПТ») и зафиксировать ток возбуждения.

2. Включить нагрузку (переключатели П3 и П4), напряжение уменьшится и регулятором Р1 («источник питания ДПТ») восстановить начальное значение напряжения на выходе генератора (125 В).

3. Изменяя нагрузку при условии поддержания постоянным напряжения на выходе генератора снять значения тока возбуждения (показания миллиамперметра модуля «источник питания ДПТ») и тока нагрузки генератора (показания амперметра модуля «измерительные приборы») и занести эти значения в табл. 3.

4. Выключить трехфазный автомат и питание всех модулей.

Таблица 3

№ пп	I_B , мА	I_H , мА	Примечание
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Порядок работы при исследовании ГПТ с параллельным возбуждением

На рис. 2 представлена схема для исследования генератора постоянного тока при параллельном возбуждении.

Пределы измерительных приборов в модуле «измерительные приборы» установить для амперметра 200 мА и для вольтметра, соответственно, 20 В. Сопротивление модуля «активная нагрузка» установить на нуль (переключатель П3 и П4 до упора влево). Сопротивление модуля «реостаты возбуждения ДПТ» установить равным 1 кОм.

Характеристика холостого хода – это зависимость ЭДС якоря от тока возбуждения $E_{\text{я}} = f(I_{\text{в}})$ при $n = const$, ток в нагрузке $I_{\text{н}} = I_{\text{я}}$ равен нулю.

6. Включить общее энергопитание (кнопка «Вкл.» на модуле «трехфазный ИП»).

7. Включить автомат модуля «трехфазный ИП» (ключ К1 вверх).

8. Включить автомат модуля «выключатели трехфазные» (ключ К2 вверх, асинхронный двигатель вращается).

9. Включить питание модуля «указатель частоты».

10. Реостатом модуля «реостаты возбуждения ДПТ», увеличивая сопротивление в обмотке возбуждения, снять 4÷5 точек (размагничивание ГПТ) и занести данные в табл.4, затем, уменьшая сопротивление модуля (до 0,1 кОм), снять 4÷5 точек (намагничивая систему) и занести данные в табл.4.

11.

Таблица 4.

№ пп	Размагничивание		Намагничивание		Примечание
	$I_{\text{в}}, \text{мА}$	$U, \text{В}$	$I_{\text{в}}, \text{мА}$	$U, \text{В}$	
1					$E_{\text{яост}} =$
2					
3					
4					
5					

Внешняя характеристика генератора – это зависимость напряжения на выходе генератора от тока нагрузки $U = f(I_{\text{н}})$ при $n = const$, $I_{\text{в}} = const$.

5. Установить выходное напряжение 135 В реостатом модуля «реостаты возбуждения ДПТ», при $R = 0,1$ кОм.

6. Изменяя нагрузку переключателями ПЗ и П4 от 0 до 100 с шагом 20 (модуль «активная нагрузка») снять значения напряжения на выходе генератора и ток генератора (показания вольтметра и амперметра модуля «измерительные приборы») и занести в таблицу 2.

7. Переключатели ПЗ и П4 вернуть в положение 0.

8. Рассчитать относительное падение напряжения на нагрузке по формуле:

$$\Delta U = \frac{U_{\text{xx}} - U_{\text{ном}}}{U_{\text{xx}}} \cdot 100\% .$$

Таблица 2

№ пп	$I_{\text{н}}, \text{мА}$	$U, \text{В}$	Примечание
1			$U_{\text{ном}} = 130\text{В}$
2			
3			
4			
5			
6			

Регулировочная характеристика генератора – это зависимость тока возбуждения от тока нагрузки $I_b = f(I_n)$ при $U = \text{const}$, $n = \text{const}$.

Регулировочные характеристики генераторов независимого и параллельного возбуждения практически совпадают, поэтому снятие этой характеристики не обязательно.

Сформулировать письменно выводы в виде ответов на следующие вопросы:

1. Как происходит процесс самовозбуждения генератора постоянного тока?
2. От чего зависит ЭДС генератора постоянного тока?
3. Объяснить характер характеристики холостого хода.
4. Объяснить характер внешних характеристик.
5. Как регулируют напряжение генератора?
6. Объяснить характер регулировочной характеристики.