

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра энергетики и технологии металлов

ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Методические указания к выполнению
лабораторной работы по курсу «Электрические машины»
для студентов направления 140400.62 «Электротехника и электроэнергетика»

Курган 2013

Кафедра: «Энергетика и технология металлов»

Дисциплина: «Электрические машины» (направление 140400.62)

Составили: канд. техн. наук, доц. В. И. Мошкин (теоретическая часть);
ст. преподаватель В. А. Медведев (методика выполнения, техническая редакция).

Составлены на основе переработанных и дополненных аналогичных методических указаний по курсу «Электромеханика» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» / Агафонов Ю. П., Мошкин В. И. – Курган: Изд-во КГУ, 2009. – 10 с.

Утверждены на заседании кафедры «29» апреля 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета «11» июня 2013 г.

ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы: ознакомиться с конструктивным устройством генератора постоянного тока, способами соединения обмоток возбуждения и якоря, основными методами испытания: получить опытным путём основные характеристики генератора и проанализировать на основании их свойства генератора постоянного тока.

Свойства генератора постоянного тока зависят от способа соединения обмоток возбуждения и якоря. Различают генераторы независимого, параллельного и смешанного возбуждения.

Обмотки возбуждения, соединенные независимо от якоря или параллельно с ним, выполняют тонким проводом с большим числом витков, поэтому сопротивление их относительно велико, а ток возбуждения не превышает обычно 5% от номинального тока якоря. Магнитодвижущие силы этих обмоток не зависят или мало зависят от нагрузки генератора.

Обмотки возбуждения, соединяемые с якорем последовательно, выполнены проводом сравнительно большого сечения с малым числом витков, поэтому сопротивление их относительно мало. Ток возбуждения этих обмоток равен току якоря, а МДС пропорциональны нагрузке генератора.

Основными характеристиками генератора постоянного тока являются: характеристика холостого хода, внешняя и регулировочная характеристики.

Характеристика холостого хода представляет собой зависимость ЭДС якоря E от тока возбуждения I_B при работе генератора вхолостую (потребитель отключён, $I_A=0$) и постоянной частоте вращения якоря:

$$E = U_0 = f(I_B) \text{ при } I_A=0, n=const. \quad (1)$$

Обычно характеристика холостого хода определяется при независимом включении обмотки возбуждения и монотонном увеличении тока возбуждения от нуля до номинального, а затем также монотонном уменьшении его до нуля. Из-за гистерезиса характеристики, снятые при увеличении и уменьшении тока возбуждения, не совпадают.

За расчётную принимают характеристику, среднюю между ними. Если из начала координат провести касательную к расчётной характеристике холостого хода, то можно определить критическое сопротивление цепи возбуждения, т. е. максимальное сопротивление цепи возбуждения, при котором возможно самовозбуждение генератора параллельного возбуждения

$$R_{BK} = U_0 / I_B, \quad (2)$$

где U_0 и I_B – напряжение, А и ток, В, соответствующие любой точке на касательной к характеристике холостого хода.

Внешняя характеристика представляет собой зависимость напряжения на зажимах генератора от тока нагрузки при постоянных сопротивлении цепи воз-

буждения и частоте вращения якоря.

$$U = f(I_{\text{я}}) \text{ при } R_{\text{в}} = \text{const}, n = \text{const}. \quad (3)$$

Согласно второму закону Кирхгофа для цепи якоря генератора

$$U = E - R_{\text{я}} I_{\text{я}}, \quad (4)$$

где $R_{\text{я}}$ – сопротивление якоря, включающее в себя сопротивление обмотки якоря, щётчного контакта и обмотки дополнительных полюсов, Ом.

С изменением нагрузки напряжение генератора изменяется не только за счёт падения напряжения на сопротивлении якоря, но и за счёт изменения ЭДС вследствие влияния реакции якоря, изменения тока возбуждения параллельной обмотки и пропорциональной току нагрузки ЭДС последовательной обмотки возбуждения, которая может действовать как согласно, так и встречно с параллельной. По внешним характеристикам определяют процентное изменение напряжения при увеличении нагрузки от холостого хода до номинальной величины:

$$\Delta U\% = \frac{U_0 - U_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где U_0 – напряжение генератора на холостом ходу, В;

$U_{\text{НОМ}}$ – напряжение генератора при номинальном токе нагрузки, В.

Регулировочная характеристика представляет собой зависимость тока возбуждения от тока нагрузки при постоянных напряжении и частоте вращения генератора

$$I_{\text{в}} = f(I_{\text{я}}) \text{ при } U = \text{const}, n = \text{const}. \quad (6)$$

Она показывает, как необходимо изменять ток возбуждения при изменении тока нагрузки, чтобы поддерживать напряжение постоянным.

Порядок выполнения работы

- 1 Пользуясь плакатами и макетами машин, имеющимися в лаборатории, ознакомиться с конструктивным устройством генератора постоянного тока.
- 2 Записать в таблицу 1 паспортные данные испытуемого генератора.

Таблица 1 – Паспортные данные генератора постоянного тока

Тип генератора	$P_{\text{н}}$	$U_{\text{н}}$	$I_{\text{я. ном}}$	$n_{\text{н}}$
	кВт	В	А	об/мин

- 3 Собрать электрическую цепь включения генератора независимого возбуждения по схеме согласно рисунку 1. В качестве нагрузки использовать жидкостный реостат $R_{\text{н}}$.

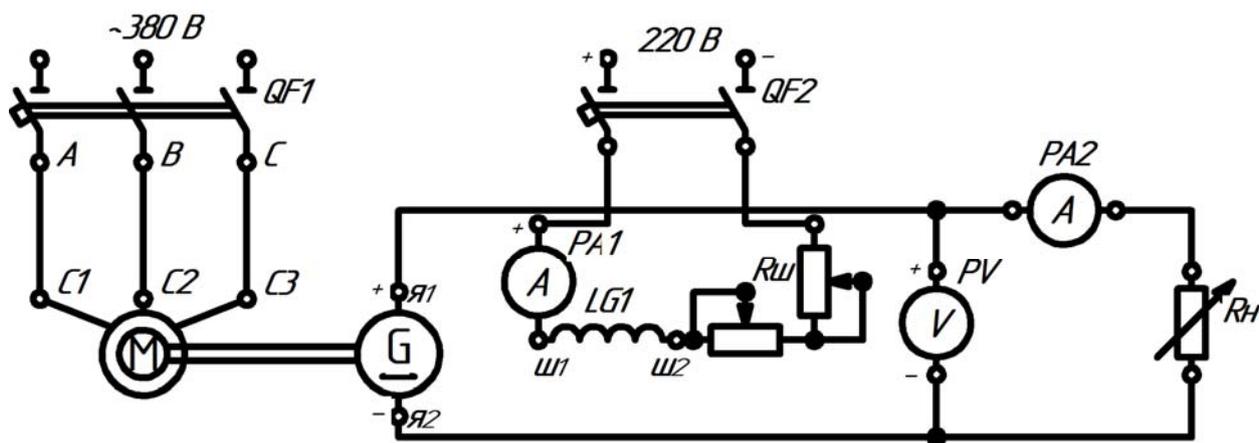


Рисунок 1 – Схема включения генератора независимого возбуждения

- 4 После проверки схемы преподавателем осуществить режим холостого хода генератора, для чего при полностью выведенных из электролита электродах жидкостного реостата и отключённом автоматическом выключателе QF2, с помощью автоматического выключателя QF1 включить асинхронный двигатель. Измерить и записать ЭДС генератора от потока остаточного намагничивания $E_{ост}$.
- 5 Определить характеристику холостого хода генератора: включить автоматический выключатель QF2 и, монотонно повышая ток возбуждения $I_B = I_1$ от нуля до номинального (перемещать движки реостатов $R_{ш}$ только в одном направлении), записывать в таблицу 2 значения ЭДС якоря, соответствующих различным токам возбуждения. Затем проделать то же самое при монотонном уменьшении тока возбуждения до нуля. Определить номинальный ток возбуждения $I_{B,НОМ}$ при напряжении $U_0 = U_{НОМ} = 230\text{ В}$.

Таблица 2 – Характеристика холостого хода генератора П42

$U_0, \text{ В}$									
$I_B, \text{ А}$									

- 6 Осуществить режим нагрузки генератора и определить регулировочную характеристику генератора: в режиме холостого хода установить напряжение генератора $U=200\text{ В}$; затем, изменяя с помощью жидкостного реостата ток генератора $I_я = I_2$ от нуля до $I_я = 1,2I_{я,НОМ}$, поддерживать напряжение генератора постоянным за счёт изменения тока возбуждения. Результаты опыта записать в таблицу 3.

Таблица 3 – Регулировочная характеристика генератора П 42

$I_B, \text{ А}$									
$I_я, \text{ А}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16

7 Определить внешнюю характеристику генератора независимого возбуждения: в режиме холостого хода установить напряжение генератора $U=220$ В; не меняя сопротивления цепи возбуждения, изменить с помощью жидкостного реостата ток генератора от нуля до $I_{\text{я}} = 1,2I_{\text{я.ном}}$ и следить при этом за изменением напряжения. Результаты опыта записать в таблицу 4.

Таблица 4 – Внешние характеристики генератора П 42

Генератор независимого возбуждения		$U, \text{В}$	
		$I_{\text{я}}, \text{А}$	
		$I_{\text{в}}, \text{А}$	
Генератор параллельного возбуждения		$U, \text{В}$	
		$I_{\text{я}}, \text{А}$	
		$I_{\text{в}}, \text{А}$	
Генератор смешанного возбуждения	Последовательная обмотка включена согласно	$U, \text{В}$	
		$I_{\text{я}}, \text{А}$	
		$I_{\text{в}}, \text{А}$	
	Последовательная обмотка включена встречно	$U, \text{В}$	
		$I_{\text{я}}, \text{А}$	
		$I_{\text{в}}, \text{А}$	

8 Собрать электрическую цепь включения генератора параллельного возбуждения по схеме согласно рисунку 2. При этом для обеспечения самовозбуждения генератора необходимо сохранить полярность включения обмотки возбуждения такой же, как в предыдущем опыте.

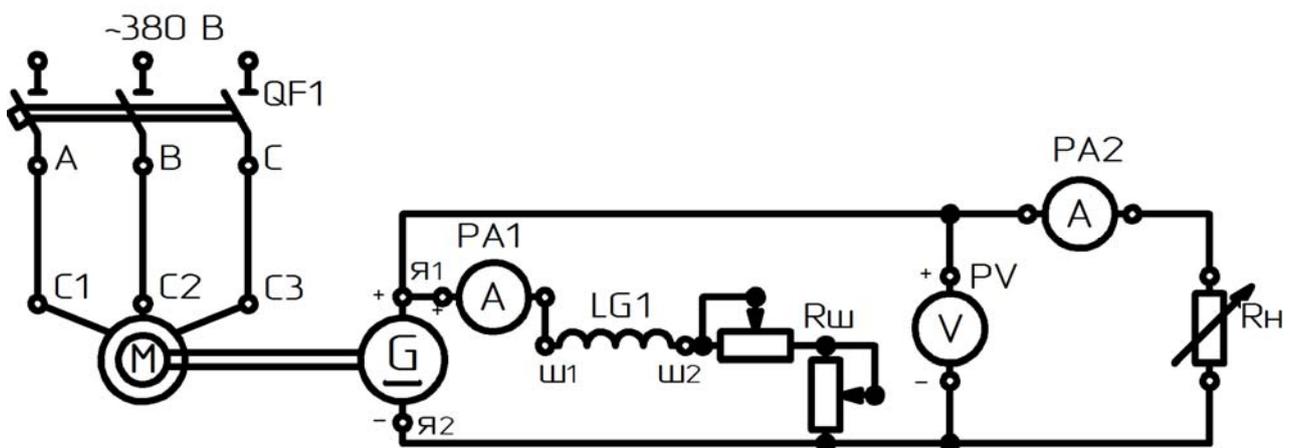


Рисунок 2 – Схема включения генератора параллельного возбуждения

- 9 Полностью ввести реостат $R_{ш}$ в цепь обмотки возбуждения, электроды жидкостного реостата вывести из электролита и включить асинхронный двигатель. Убедитесь, что генератор возбудился, после чего установите напряжение $U=200$ В и определите внешние характеристики генератора. Результаты занести в таблицу 4.
- 10 Собрать электрическую цепь включения генератора смешанного возбуждения по схеме на рисунке 3. Аналогично предыдущему опыту определить внешние характеристики генератора смешанного возбуждения при согласном и встречном включении последовательной обмотки. Результаты опыта записать в таблицу 4.

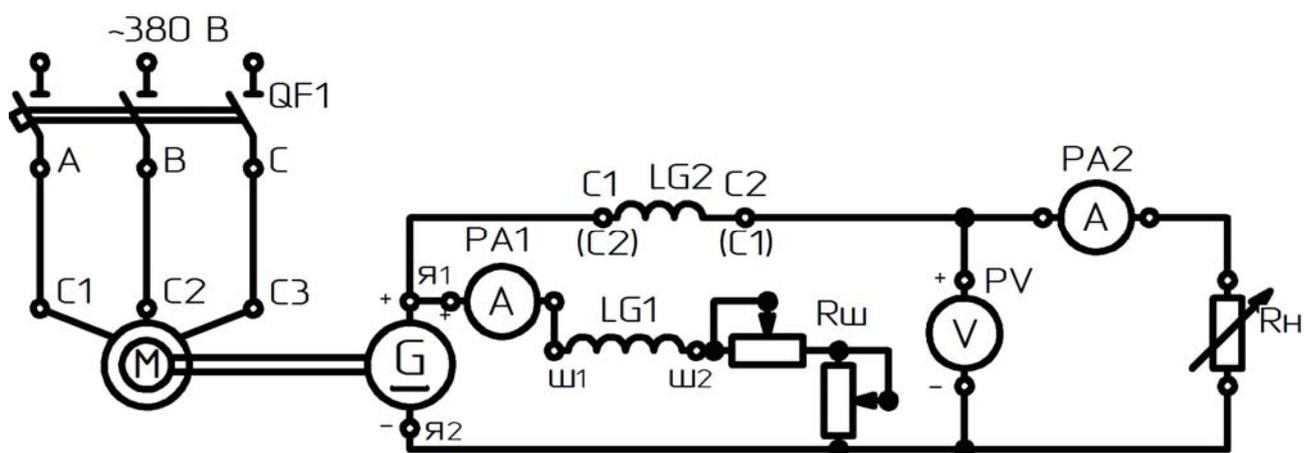


Рисунок 3 – Схема включения генератора смешанного возбуждения

Методические рекомендации по обработке результатов эксперимента

- 1 Построить характеристику холостого хода генератора независимого возбуждения.
- 2 Определить критическое сопротивление цепи возбуждения генератора параллельного возбуждения, согласно формуле (2).
- 3 Построить регулировочную характеристику генератора независимого возбуждения.
- 4 Построить на одном графике внешние характеристики генератора при различных способах возбуждения.
- 5 Определить процентное изменение напряжения генератора при различных способах возбуждения, используя уравнение (5).
- 6 Дать сравнительный анализ свойств генератора постоянного тока при различных способах возбуждения.

Контрольные вопросы

- 1 В чём состоят различия в конструкции параллельных и последовательных обмоток возбуждения генератора постоянного тока?

- 2 Какие зависимости называют характеристикой холостого хода, внешней и регулировочной характеристиками? При каких условиях их определяют?
- 3 Назовите условия самовозбуждения генератора параллельного возбуждения.
- 4 Как определить величину критического сопротивления цепи возбуждения генератора параллельного возбуждения?
- 5 Как можно с помощью внешней характеристики определить эквивалентное сопротивление цепи якоря генератора независимого возбуждения?
- 6 Как и почему при одной и той же нагрузке изменяется напряжение генератора при параллельном возбуждении по сравнению с напряжением того же генератора с независимым возбуждением, если напряжение холостого хода в обоих случаях было одинаковое?
- 7 Как изменится вид внешней характеристики генератора смешанного возбуждения, если поменять местами начало и конец последовательной обмотки?
- 8 Пояснить маркировку зажимов обмоток машин постоянного тока по ГОСТ 26772-85.
- 9 Поясните, как происходит самовозбуждение генератора постоянного тока.
- 10 Сравните внешние характеристики генератора постоянного тока с различными способами возбуждения.
- 11 Сравните регулировочные характеристики генератора с различными способами возбуждения.

Список литературы

- 1 Беспалов, В. Я. Электрические машины [Текст] : учебное пособие / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. – М. : Академия, 2006. – С. 276-286.

Мошкин Владимир Иванович

Медведев Вячеслав Александрович

ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Методические указания к выполнению
лабораторной работы по курсу «Электрические машины»
для студентов направления 140400.62 «Электротехника и электроэнергетика»

Редактор А. С. Мокина

Подписано в печать 16.07.13	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 0,75	Уч.-изд. л. 0,75
Заказ 118	Тираж 25	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.