

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра энергетики и технологии металлов

ИСПЫТАНИЕ ОДНОТАКТНОГО МАГНИТНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Методические указания к выполнению
лабораторной работы №6 по курсу «Электромеханика»
для студентов специальности 140211 «Электроснабжение»,
по курсу «Электрические машины» для студентов направления
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

Курган 2012

Кафедра: «Энергетики и технология металлов»

Дисциплины: «Электромеханика» (специальность 140211),
«Электрические машины» (направление 140400)

Составили: доцент, канд. техн. наук Ю.П. Агафонов,
ведущий инженер ООО «Курганская ТЭЦ» С.В. Симаков.

Составлены на основе переработанных и дополненных методических указаний
«Электрические машины» / Агафонов Ю.П. – Курган: Изд-во КГУ, 1999. – 43 с.

Утверждены на заседании кафедры «28» августа 2012 г.
Рекомендованы методическим советом университета «12» декабря 2012 г.

РАБОТА №6

ИСПЫТАНИЕ ОДНОТАКТНОГО МАГНИТНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Цель работы: Ознакомиться с принципом действия, устройством и режимами работы однотактного магнитного усилителя (МУ); исследовать влияние изменения величины сопротивления нагрузки и тока смещения на характеристику управления МУ; определить основные параметры МУ в режиме усиления; снять характеристику управления для релейного режима работы МУ.

Теоретические пояснения

Работа любого магнитного усилителя (МУ) основана на использовании нелинейных свойств ферромагнитного сердечника. Простейший однотактный МУ состоит из двух сердечников из листовой стали, рабочих (1, 2) и управляющих (3, 4, 5, 6) обмоток (рис. 6.1).

Рабочие обмотки 1, 2, включаемые в цепь переменного тока последовательно с нагрузкой, могут быть соединены между собой последовательно или параллельно (рис. 6.1). При обоих способах соединения обмоток (1, 2) необходимо, чтобы ЭДС, наводимые в обмотках управления переменными магнитными потоками рабочих обмоток, взаимно компенсировались.

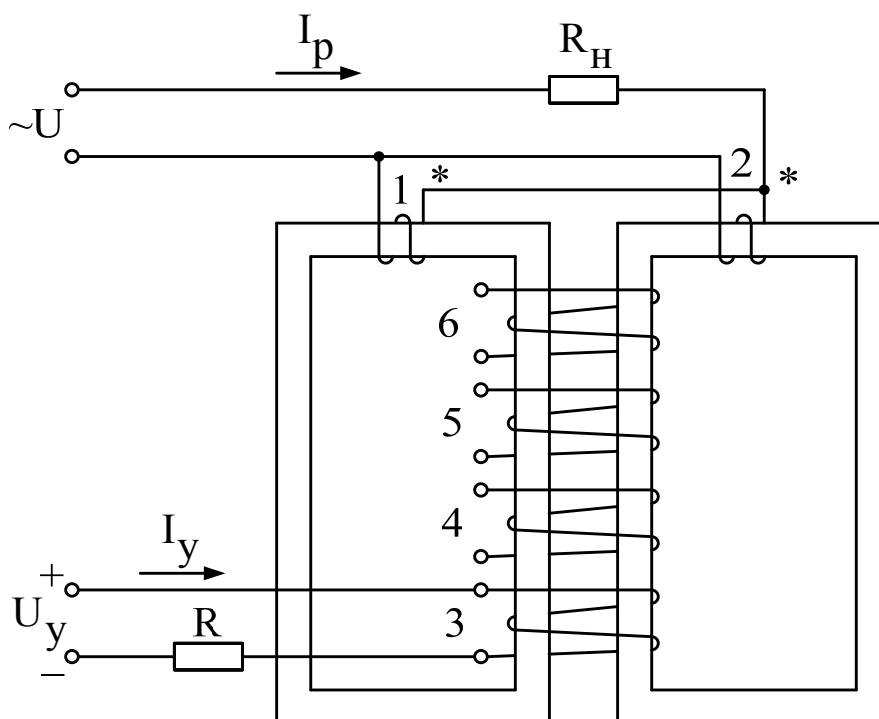


Рис. 6.1. Схема однотактного МУ с параллельным соединением рабочих обмоток

При подмагничивании магнитопровода за счет МДС обмоток управления, питаемых постоянным током, изменяется индуктивное сопротивление рабочих обмоток и, как следствие, изменяется величина тока нагрузки при неизменном напряжении в сети. На этом явлении основана работа МУ. Зависимость рабочего тока от тока управления $I_p = f(I_y)$ называется характеристикой управления, которая показана на рис. 6.2. Здесь I_p - действующее значение переменного тока в рабочих обмотках (ток источника).

Обычно МУ снабжают несколькими обмотками управления, которые в зависимости от назначения называются обмотками управления, обмотками обратной связи, обмотками смещения и др.

Если одновременно с обмоткой управления включить обмотку смещения с неизменным током, то характер зависимости $I_p = f(I_y)$ не изменится, однако сама характеристика на графике сместится влево от оси ординат при $I_{см} > 0$ (кривая 2 на рис. 6.2) или вправо при $I_{см} < 0$ (кривая 3). Кривая 1 на рис. 6.2 соответствует $I_{см} = 0$.

Включением одной из обмоток управления так, чтобы ток в ней был пропорционален току нагрузки, вводят обратную связь по току нагрузки. Такая связь может быть положительной или отрицательной в зависимости от того, увеличивает или ослабляет она действие обмотки управления. В МУ обратные связи служат, в частности, для увеличения коэффициентов усиления.

Различают внешнюю и внутреннюю обратные связи. Для осуществления внутренней обратной связи каждую из рабочих обмоток соединяют последовательно с полупроводниковым вентилем $VD_1(VD_2)$ (рис. 6.3). При этом в рабочих обмотках будет однополупериодный выпрямленный ток, постоянная составляющая которого намагничивает оба сердечника аналогично обмотке обратной связи.

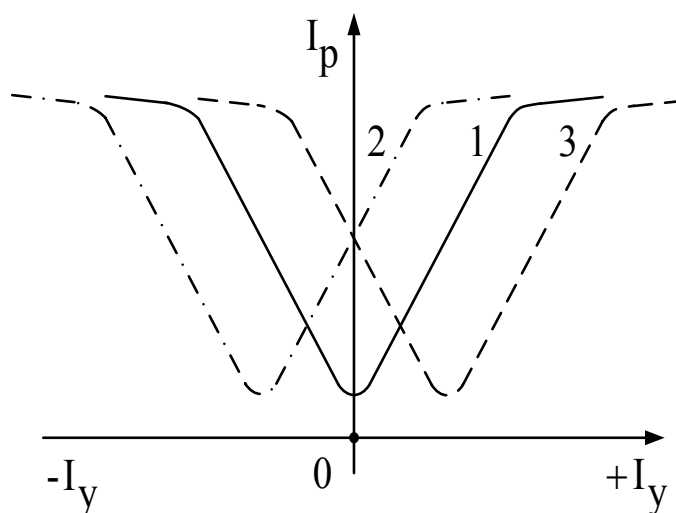


Рис. 6.2. Характеристики управления МУ

Характеристика управления МУ с внутренней обратной связью показана на рис. 6.4. Следует заметить, что эта характеристика, в отличие от характеристик управления, представленных на рис. 6.2, несимметричная: в области $I_y > 0$ имеет место положительная обратная связь по току, увеличивающая коэффициенты усиления МУ, а в области $I_y < 0$ - отрицательная обратная связь по току, уменьшающая коэффициенты усиления МУ.

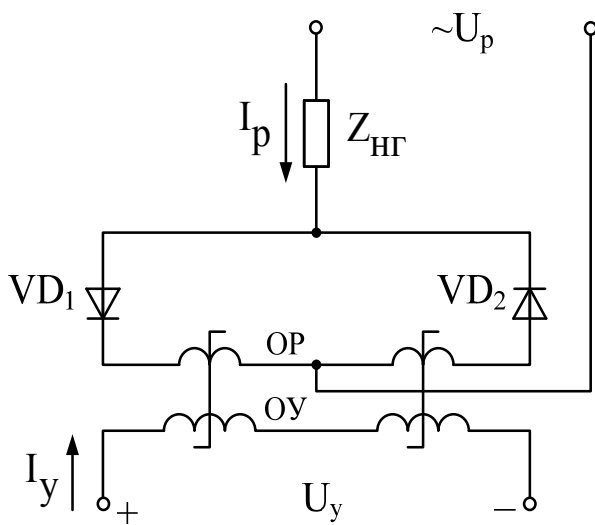


Рис. 6.3. Схема МУ с внутренней обратной связью

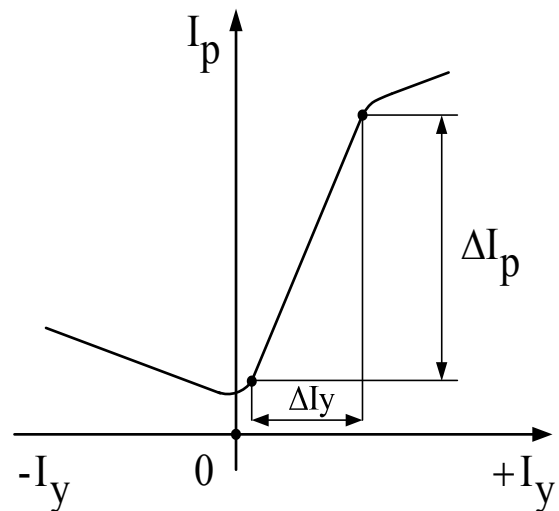


Рис. 6.4. Характеристика управления МУ с внутренней обратной связью

Одними из важнейших величин, характеризующих МУ, являются их коэффициенты усиления. Различают коэффициенты усиления по току K_I , напряжению K_U и мощности K_P , определяемые по выражениям:

$$K_I = \frac{\Delta I_p}{\Delta I_y}; \quad (6.1)$$

$$K_U = \frac{R_H \cdot \Delta I_p}{R_y \cdot \Delta I_y} = K_I \cdot \frac{R_H}{R_y}; \quad (6.2)$$

$$K_P = \frac{R_H \cdot \Delta I_p^2}{R_y \cdot \Delta I_y^2} = K_I \cdot K_U, \quad (6.3)$$

где ΔI_y и ΔI_p - приращения тока управления и соответствующее ему приращение тока нагрузки;

R_H и R_y - сопротивления соответственно обмотки нагрузки и управления.

Если усилить обратную связь по току введением, например, дополнительно к внутренней – внешней обратной связи, то можно получить релейный режим работы МУ, при котором плавному изменению тока управления соответствует скачкообразное изменение тока нагрузки (аналогия с электромагнитным реле, в котором плавное изменение тока катушки приводит к включению или отключению реле, контакты которого замыкают или размыкают электрическую цепь, ток которой при этом изменяется скачкообразно). МУ, работающие в релейном режиме, находят применение в устройствах системной автоматики в качестве бесконтактных реле.

Характеристика МУ в релейном режиме показана на рис.6.5.

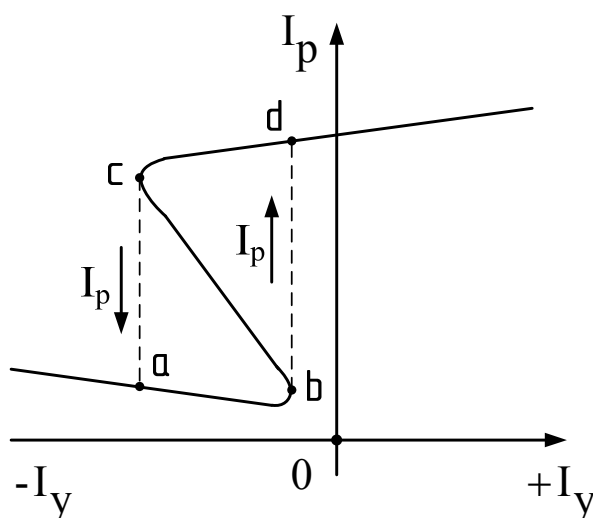


Рис. 6.5. Релейная характеристика управления МУ

На участке **bc** характеристика имеет отрицательный наклон, что соответствует неустойчивой работе МУ.

Устойчивая работа МУ на участке **cd** аналогична включенным контактам реле, а на участке **ab** – отключенным. Переход тока нагрузки из точки **c** в точку **d** при увеличении тока управления и из точки **b** в точку **d** при уменьшении тока управления происходит скачкообразно.

Электрическая схема установки для испытания одноконтурного МУ приведена на рис. 6.6. Питание обмоток управления $H_1 K_1$ (где зажимы H_1 - начало первой обмотки, K_1 - конец первой обмотки) и смещения $H_2 K_2$ осуществляется от сети переменного тока 220В через два полупроводниковых выпрямителя D_1, D_2 , переключатели $B1, B2$ и реостаты R_1, R_2 . Переключатели $B2, B3$ служат для размыкания цепей управления и смещения и изменения направления токов в их обмотках.

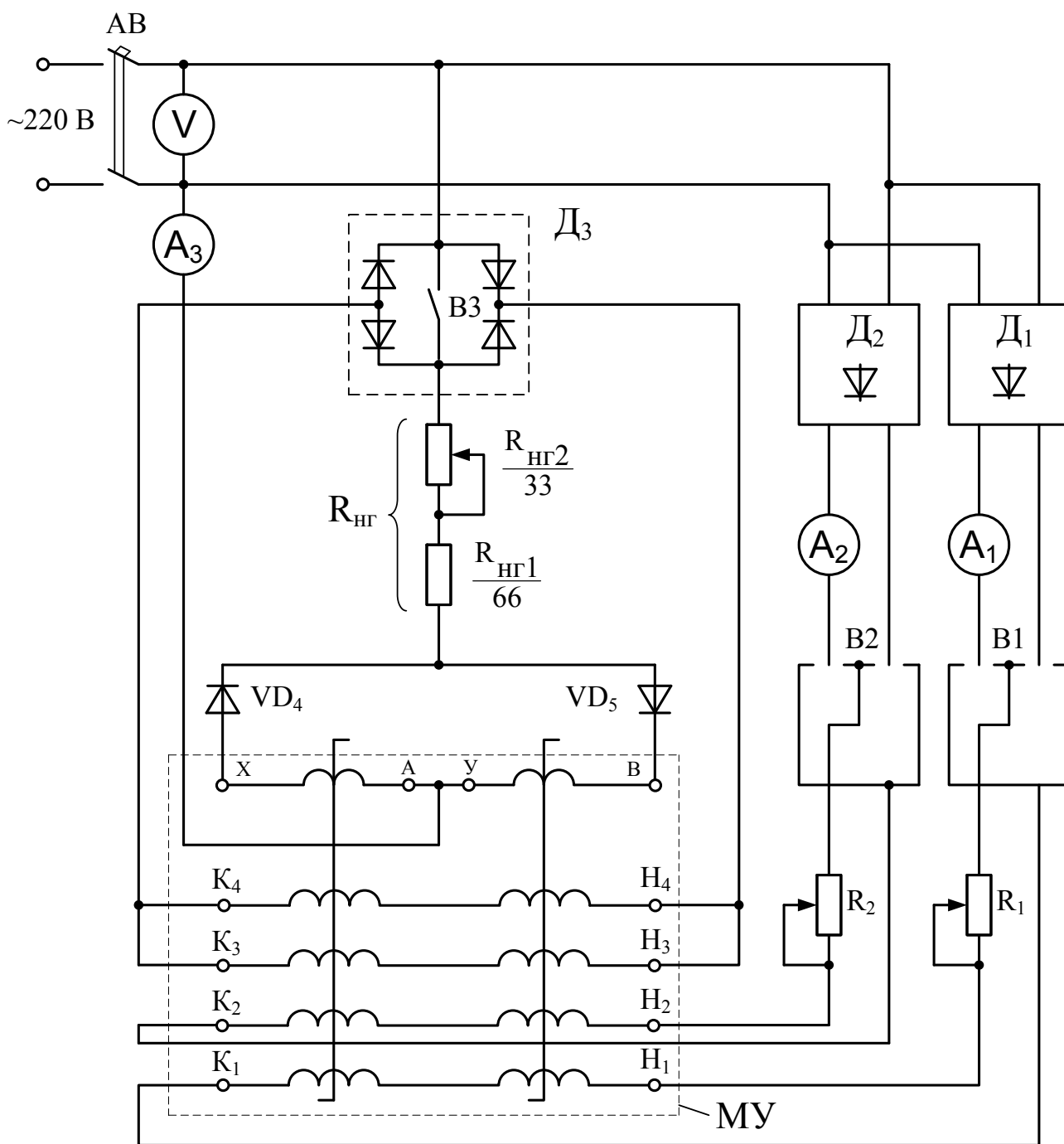


Рис. 6.6. Электрическая схема установки для испытания МУ

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия МУ. Определить принадлежность зажимов обмоток МУ.
2. Записать паспортные данные МУ в таблицу 6.1.

Таблица 6.1

ТИП	Номинальное напряжение питания	Номинальная частота	На выходе усилителя		Длительно допустимые токи обмоток управления			
			Номинальное напряжение	Номинальный ток	H1-K1	H2-K2	H3-K3	H4-K4
-	В	Гц	В	А	А	А	А	А

3. Собрать электрическую цепь для испытания МУ по схеме, приведенной на рис. 6.6.

4. После проверки схемы рис. 6.6 преподавателем: включить автоматический выключатель АВ и однополюсный выключатель ВЗ; переключатель В1 в положение “плюс”, а переключатель В2 в нулевое положение. Снять характеристики управления $I_p = f(I_y)$ при $U = 220$ В, $R_{нг} = 66$ и 99 Ом соответственно. Результаты измерения записать в таблицу 6.2.

Примечание. Снятие характеристик управления рекомендуется производить при изменении тока управления от $I_{y_{max}} = +0,42$ А до нуля, затем изменить полярность тока управления переключателем В1 (переключить его в положение «минус») и увеличивать ток I_y в обратном направлении.

Таблица 6.2

$R_{нг} = 66$ Ом	I_p , А	
	I_y , А	
$R_{нг} = 99$ Ом	I_p , А	
	I_y , А	

5. Снять характеристики управления $I_p = f(I_y)$ МУ в усилительном режиме при отсутствии и наличии смещения в обмотке смещения H_2-K_2 и постоянстве напряжения на зажимах нагрузочной цепи $U = 220$ В и сопротивлении нагрузки $R_n = 66$ Ом. Результаты измерений записать в таблицу 6.3.

Таблица 6.3

Усилительный режим						Релейный режим	
$I_{см} = 0$		$I_{см} = +0,2$ А		$I_{см} = -0,2$ А		$I_{см} = +0,2$ А	
I_p , А	I_y , А	I_p , А	I_y , А	I_p , А	I_y , А	I_p , А	I_y , А
А	А	А	А	А	А	А	А

6. Включить в схеме рис. 6.6 дополнительную внешнюю положительную обратную связь (выключатель ВЗ разомкнуть) и снять характеристику управления $I_p = f(I_y)$ в релейном режиме при $U = 220$ В, $R_n = 66$ Ом, $I_{см} = +0,2$ А. Результаты измерений записать в таблицу 6.3.

Методические рекомендации по обработке результатов эксперимента

1. По опытным данным таблицы 6.2 в одной системе координат построить зависимости $I_p = f(I_y)$, для усилительного режима работы МУ при $U = 220$ В, $R_{нг} = 66$ и 99 Ом соответственно.

2. По опытным данным таблицы 6.3 в одной системе координат построить зависимости $I_p = f(I_y)$, для усилительного режима работы МУ при $U = 220$ В, $I_{см} = 0; +0,2; -0,2$ А, $R_{нг} = 66$ Ом соответственно.

3. По опытным данным таблицы 6.3 построить зависимость $I_p = f(I_y)$, для релейного режима работы МУ при $U = 220$ В, $I_{см} = +0,2$ А, $R_{нг} = 66$ Ом соответственно.

4. Вычислить коэффициенты усиления МУ по току K_I , мощности K_P , напряжению K_U по выражениям 6.1-6.3/

Примечание. Величины ΔI_p , ΔI_y берутся на линейной части характеристики управления (рис. 6.4). Сопротивление обмоток управления H_1-K_1 и H_2-K_2 при температуре $+20^\circ$ С равны 7 Ом.

Контрольные вопросы

1. Начертить принципиальную схему МУ с внутренней обратной связью и пояснить принцип его работы.
2. Как образуется обратная связь в МУ, виды обратной связи?
3. Нарисуйте характеристики управления МУ без обратной связи и с обратной связью и поясните их различие.
4. Для чего применяется обмотка смещения в МУ?
5. Какие преимущества и недостатки имеют МУ перед другими типами усилителей?
6. При выполнении каких условий получается релейный режим МУ?
7. Охарактеризуйте преимущества и недостатки магнитного усилителя перед электронным.

Список литературы

- 1 Копылов И.П. Электрические машины: Учебник. для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.-420 с.
- 2 Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины: Учебное пособие. – М.: АКАДЕМИЯ, 2006.- 320с.
- 3 Касаткин А.С., Немцов М.В.Электротехника. - М.:Академия,2005.- С.139-164.

Агафонов Юрий Петрович
Симаков Сергей Вячеславович

ИСПЫТАНИЕ ОДНОТАКТНОГО МАГНИТНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Методические указания к выполнению
лабораторной работы №6 по курсу «Электромеханика»
для студентов специальности 140211 «Электроснабжение»,
по курсу «Электрические машины» для студентов направления
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

Авторская редакция

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Заказ	Усл. печ.л. 0,75	Уч.-изд. л.0,75
Печать трафаретная	Тираж 5	Цена свободная

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