

Расчетно-графическая работа №1

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

ЧАСТЬ 1. Линейные электрические цепи

Варианты схем электрических цепей (ЭЦ), подлежащих расчету, приведены на рис.1. Числовые значения параметров электрических цепей даны в табл.1 и 2. Студент выполняет задание в соответствии с номерами варианта: группового (назначается преподавателем) и личного (в соответствии с порядковым номером фамилии студента в журнале группы). Расчетно-графическая работа оформляется на стандартных листах А-го формата. Форма титульного листа прилагается (приложение).

ЗАДАНИЕ

1. В соответствии с условными графическими обозначениями элементов ЭЦ начертить схему заданной цепи.

2. Используя схемы замещения элементов ЭЦ (табл.1), составить схему замещения всей цепи и начертить ее.

3. Упростить схему замещения электрической цепи, заменив узлы, имеющие один электрический потенциал (эквипотенциальные точки), одним узлом. При этом пренебречь падением напряжения на предохранителе и амперметре. Начертить полученную электрическую схему, обозначить узлы цифрами.

4. Выбрать наименее трудоемкий метод расчета и найти значения токов всех ветвей. При расчетах значений величин использовать 3-4 значащие цифры.

5. Определить показания измерительных приборов, включенных в ЭЦ.

6. Проверить правильность расчета токов ветвей, составив баланс мощности всей цепи. Допускается несовпадение баланса 1%.

7. Методом эквивалентного генератора проанализировать электрический режим работы ветви, отмеченной знаком *. Если этим знаком отмечена ветвь с электродвигателем постоянного тока, то следует найти ток и напряжение на ветви для случаев:

а) при номинальном режиме работы двигателя, когда $E_d = E_{\text{дном}}$ (см. табл.2)

б) при пуске двигателя, когда $E_d = 0$,

Примечание:

1. E_r , R_r , E_d , R_d – ЭДС и сопротивление обмотки якоря генератора и двигателя соответственно

2. R_p , $R_{\text{ов}}$ – сопротивление реостата и обмотки возбуждения

3. Сопротивление соединительных проводов учтено на наиболее длинном участке цепи в виде сопротивления $R_{\text{л}}$

4. Схема выпрямительных устройств и сглаживающего фильтра не конкретизирована (ввиду многообразия схем) и обозначена обобщенно

в) при пуске двигателя, когда $E_d=0$, а последовательно с двигателем вводится пусковой реостат РП, сопротивление которого дано в табл.3.

Если знаком * отмечена ветвь с нагревательным элементом, то следует найти ток и напряжение для случаев:

а) при номинальном режиме, когда сопротивление R_n равно номинальному $R_n=R_n \text{ ном}$ (см. табл. 2);

б) при сопротивлении нагревателя, равном $2R_n \text{ ном.}$;

в) в аварийном режиме, когда нагреватель замкнут накоротко (сопротивление ветви равно нулю).

8. Определить требуемый диаметр медного провода в ветви с амперметром. Плотность тока принять равной 5 а/мм^2 (из условия допустимого падения напряжения в соединительных проводах).

9. Выбрать значение тока плавления плавкой вставки предохранителя в цепи источника питания, приняв коэффициент запаса равным 2.

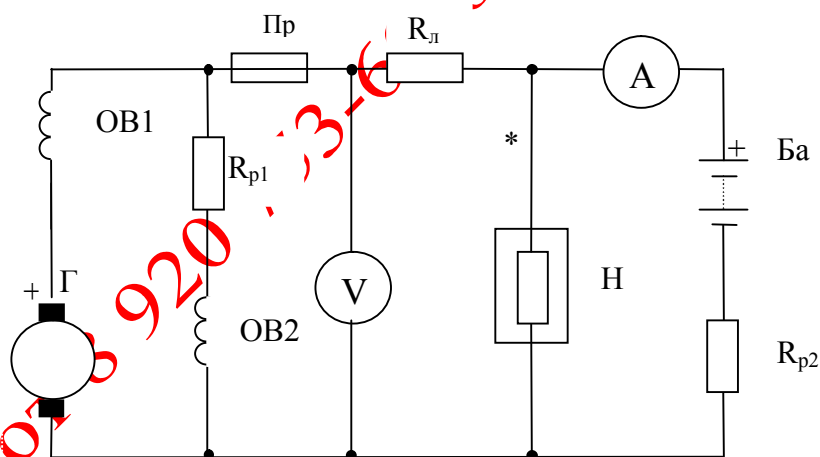


Схема ЭЦ № 1

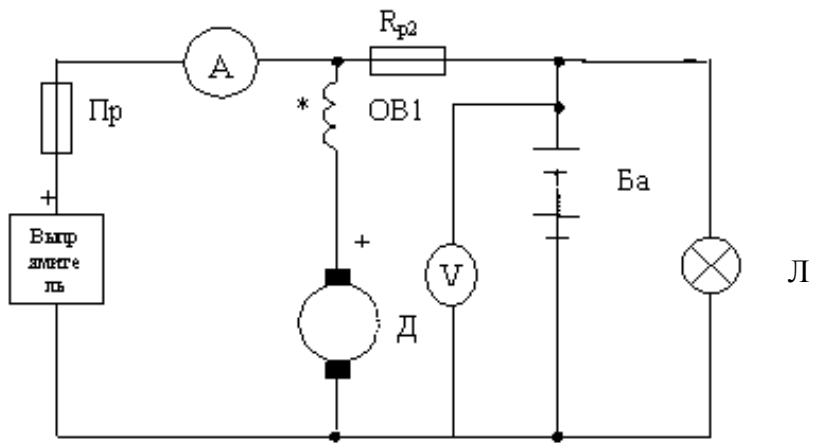


Схема ЭЦ № 2

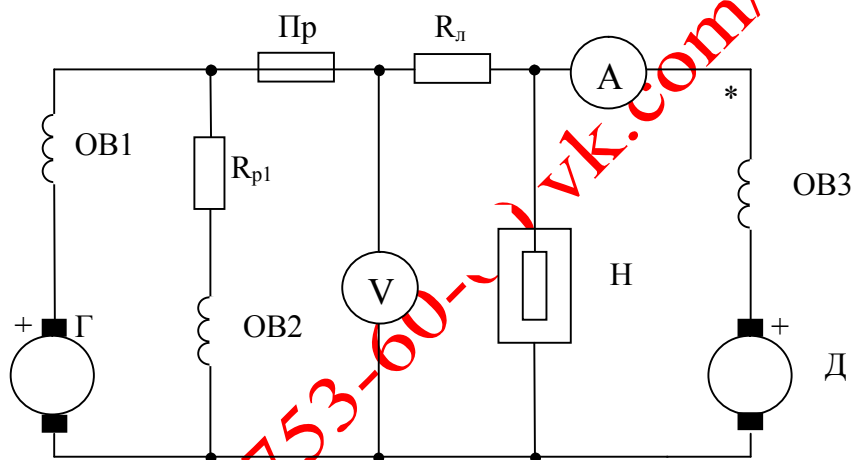


Схема ЭЦ № 3

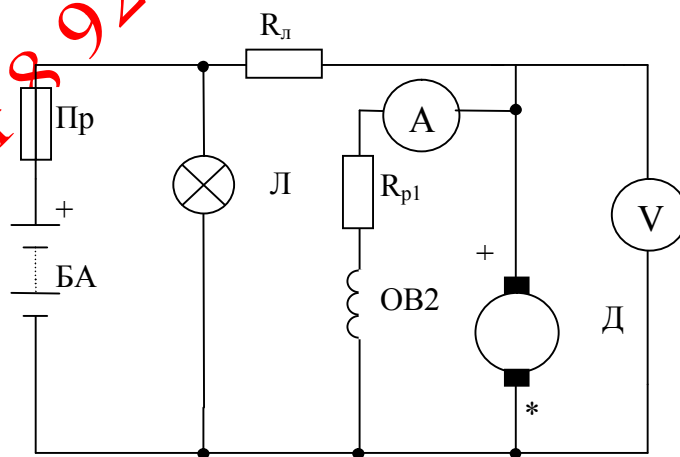


Схема ЭЦ № 4

Заказ работ 8 920 753-60-60 vk.com/tulgu_81

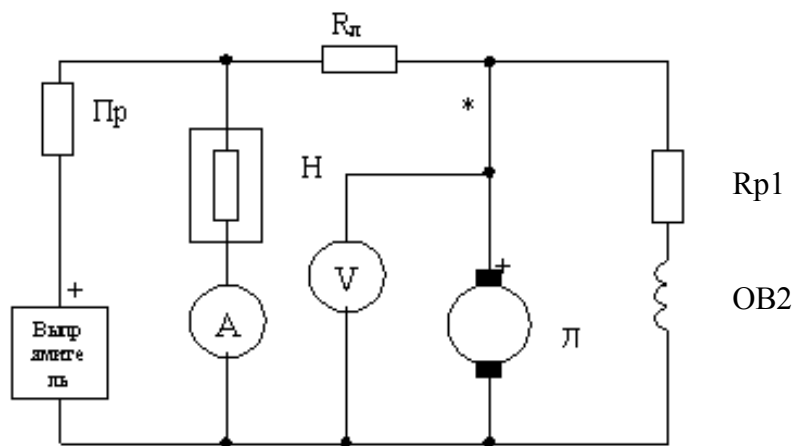


Схема ЭЦ № 5

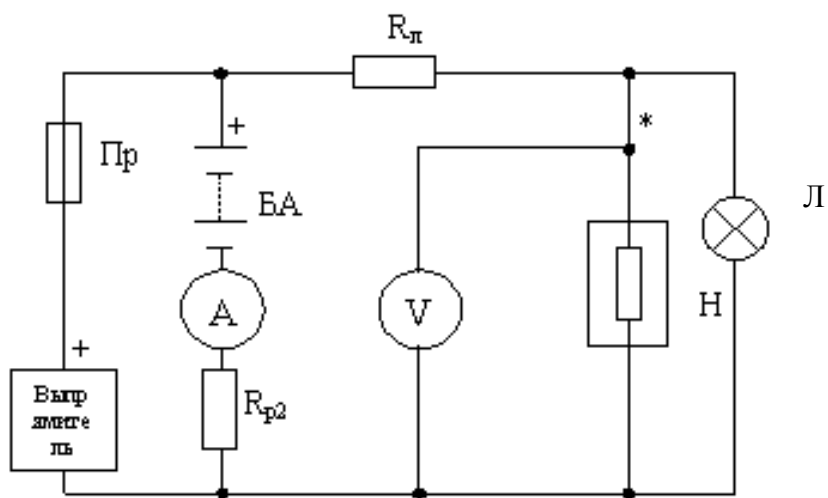


Схема ЭЦ № 6

Рис. 1.

Заказ работ 89

89

Таблица 1

Название элементов электрической цепи	Условное графическое обозначение элементов	Схема замещения элементов
1 Электрический двигатель постоянного тока		
а) с последовательной обмоткой возбуждения		
б) с параллельной обмоткой возбуждения		
2 Генератор постоянного тока (с двумя обмотками возбуждения)		
3 Лампа накаливания		
4 Нагреватель		
Аккумуляторная батарея		
6 Выпрямительное устройство		

Таблица 2

Параметры пассивных элементов цепи

Номера групповых вариантов	Номинальные значения сопротивлений, Ом							
	$R_{об1}$	$R_{об2}$	R_{p1}	R_{p2}	$R_{л}$	$R_{н}$	$R_{лн}$	$R_{об3}$
1	1	100	300	50	5	50	200	2
2	1	75	200	50	10	50	200	1
3	2	75	300	30	5	40	150	1
4	2	100	200	30	10	40	150	2
5	1	150	350	70	3	30	300	1
6	2	150	300	50	5	30	200	3
7	3	100	250	40	8	70	150	2
8	1	90	250	60	2	35	250	1
9	3	120	180	30	6	50	200	3
10	2	120	350	45	4	60	250	1

Таблица 3

Параметры активных элементов цепи

Номера личных вариантов	Генератор		Двигатель		Аккумулятор		Выпрямитель		РП	№ цепи
	$E_{г}, В$	$R_{г}, В$	$E_{д}, В$	$R_{д}, Ом$	$E_{а}, В$	$R_{а}, Ом$	$E_{в}, В$	$R_{в}, Ом$	$R_{рп}, Ом$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	100	3	---	---	60	5	---	---	---	1
2	---	---	40	5	25	2	50	3	50	2
3	150	10	100	5	---	---	---	---	50	3
4	---	---	25	3	36	2	---	---	30	4
5	---	---	70	4	---	---	100	5	40	5
6	---	---	---	---	40	3	70	4	---	6
7	80	2	---	---	45	3	---	---	---	1
8	---	---	30	4	20	2	40	2	40	2
9	120	5	80	6	---	---	---	---	60	3
10	---	---	32	4	48	3	---	---	40	4
11	---	---	55	5	---	---	80	5	50	5
12	---	---	---	---	30	3	60	3	---	6
13	---	---	85	10	---	---	120	6	100	5
14	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	---	---	27	4	36	3	---	---	40	4
15	100	5	70	4	---	---	---	---	40	3
16	---	---	40	2	27	3	50	4	20	2
17	60	3	---	---	32	2	---	---	---	1
18	---	---	60	5	45	3	80	4	50	2
19	80	4	55	4	---	---	---	---	40	3
20	---	---	48	5	60	4	---	---	50	4
21	---	---	65	7	---	---	100	8	70	5
22	---	---	---	---	42	4	65	6	---	6
23	---	---	90	6	---	---	120	10	60	5

24	---	---	20	5	27	3	---	---	50	4
25	120	5	90	8	---	---	---	---	80	3
26	---	---	60	4	45	3	80	6	40	2
27	100	4	---	---	55	5	---	---	---	1

ЧАСТЬ 2. Нелинейные электрические цепи

На рис. 2 приведена электрическая схема нелинейной электрической цепи, а в табл.4-9 – данные по элементам цепи и питающему напряжению U_0 в соответствии с номером личного варианта студента. Групповые варианты в этой части РГР № 1 не выделяются.

ЗАДАНИЕ

1. Изобразить электрическую схему нелинейной цепи, используя графическое обозначение конкретного нелинейного элемента (стабилитрона, диода, и т.п.) в соответствии с вариантом задания.

2. Построить в масштабе ампер – вольтные характеристики $I(U)$ нелинейного элемента и резистора.

3. Определить ток I_0 в цепи и напряжения U_1 и U_2 на элементах цепи:

а) методом построения результирующей характеристики цепи;

б) методом построения опрокинутой характеристики.

4. Рассчитать заданную электрическую цепь методом линейризации ампер – вольтной характеристики нелинейного элемента:

а) найти параметры линейризации на рабочем участке характеристики (в окрестности рабочей точки, указанной в табл. 4);

б) составить схему замещения линейризованной электрической цепи, используя найденные параметры E_d, R_d линейризации нелинейного элемента;

в) воспользовавшись схемой замещения, записать выражения для тока в цепи I_0 и напряжений U_1 и U_2 на элементах цепи;

г) найти конкретные значения величин I_0, U_1 и U_2 .

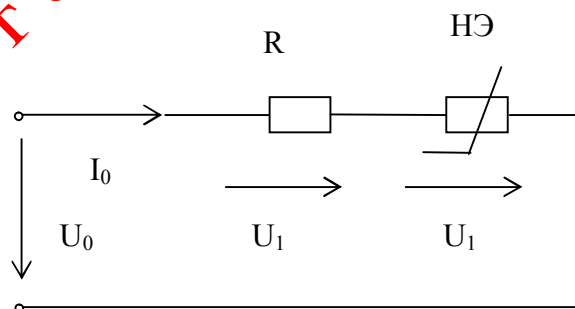


Рис. 2

Таблица 4

Параметры нелинейной цепи

Номера личных вариантов	Название нелинейного элемента НЭ	Номер характеристики НЭ	Напряжение $U_0, В$	Сопротивление $R, Ом$	Координаты точки на линеаризуемом участке НЭ
1	2	3	4	5	6
1	Стабилитрон	1	10	500	$I=10 \text{ mA}$
2	Тиристор	1	25	50	$I=0,5 \text{ A}$
3	Транзистор	1	20	1000	$U=10 \text{ B}$
4	Диод	1	5	15	$I=0,3 \text{ A}$
5	Туннельный диод	1	5	360	$U=1,5 \text{ B}$
6	Стабилитрон	2	15	400	$I=20 \text{ mA}$
7	Тиристор	2	40	40	$I=1 \text{ A}$
8	Транзистор	2	30	1500	$U=9 \text{ B}$
9	Диод	2	10	25	$I=0,4 \text{ A}$
10	Туннельный диод	2	7	450	$U=0,15 \text{ B}$
11	Стабилитрон	3	15	200	$I=25 \text{ mA}$
12	Тиристор	3	50	30	$I=1,5 \text{ A}$
1	2	3	4	5	6
13	Транзистор	3	25	500	$U=15 \text{ B}$
14	Диод	3	5	5	$I=0,8 \text{ A}$
15	Туннельный диод	3	10	500	$U=1,3 \text{ B}$
16	Стабилитрон	4	25	1000	$I=10 \text{ mA}$
17	Тиристор	4	20	40	$I=0,5 \text{ B}$
1	2	3	4	5	6
18	Транзистор	4	15	250	$U=7,5 \text{ B}$
19	Диод	4	7	3	$I=2 \text{ A}$
20	Туннельный диод	4	5	100	$U=1,4 \text{ B}$
1	2	3	4	5	6
21	Стабилитрон	5	30	500	$I=20 \text{ mA}$
22	Тиристор	5	50	50	$I=1 \text{ A}$
23	Транзистор	5	40	750	$U=10 \text{ B}$
24	Диод	5	10	2	$I=4,5 \text{ A}$
25	Туннельный диод	5	3	40	$U=0,15 \text{ B}$
26	Стабилитрон	6	40	1000	$I=15 \text{ mA}$
27	Транзистор	6	15	150	$U=7,5 \text{ B}$

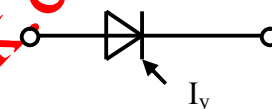
Таблица 5

Характеристики стабилитронов



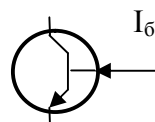
I, mA	0	1	5	10	20	30	Номер характеристики
U, В	0	4	4,7	4,8	4,9	5,0	1
	0	5	7	7,2	7,4	7,6	2
	0	8	10	10,2	10,4	10,6	3
	0	10	15	15,2	15,4	15,6	4
	0	15	20	20,2	20,4	20,6	5
	0	20	25,5	25,7	25,9	26,1	6

Таблица 6

Характеристики тиристора (при разных токах I_y)

I, A	0	0,01	0,03	0,05	0,07	0,1	0,25	0,4	1,0	2,0	Номер характеристики
U, В	0	5	10	15	10	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	1
	0	7	14	20	14	1,0	1,1	1,2	1,6	2,2	2
	0	10	20	30	20	1,0	1,05	1,1	1,4	1,8	3
	0	3	7	10	7	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	4
	0	8	16	25	16	1,0	1,1	1,2	1,6	2,2	5

Таблица 7

Характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером (в разных точках I_6)(при разных токах I_6)

U, В	0	1	3	5	10	20	Номер характеристики
I_k , mA	0	6	9	9,2	9,4	10	1
	0	9	13,5	14	14,5	15	2
	0	12	18	18,5	19	20	3
	0	18	27	28	29	30	4
	0	24	36	37	38	40	5
	0	30	45	46	47	50	6



U, В	0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Номер характеристики
I, А	0	0,06	0,1	0,18	0,3	0,4	0,5	1
	0	0,12	0,2	0,36	0,6	0,8	1,0	2
	0	0,25	0,4	0,72	1,2	1,6	2,0	3
	0	0,6	1,0	1,8	3,0	4,0	5,0	4
	0	1,2	2,0	3,6	6,0	8,0	10,0	5

Характеристики туннельных диодов

U, В	0	0,1	0,2	0,5	1,0	1,2	1,5	Номер характеристики
I, мА	0	6	10	6	2	4	10	1
	0	12	20	12	4	8	20	2
	0	30	50	30	10	20	50	3
	0	45	75	45	15	30	75	4
	0	60	100	60	20	40	100	5

ЧАСТЬ 3. Магнитные цепи

На рис. Изображена магнитная цепь электромагнита, широко применяемого в различных электромеханических устройствах, например, реле, магнитных пускателях, контакторах. В табл. 10 в соответствии с номером личного варианта приведены размеры магнитопровода. Наименования ферромагнитных материалов, использованных для изготовления магнитопровода, значения тягового усилия F_T , которое должен обеспечить электромагнит, указаны в табл. 11 в соответствии с номером группового варианта. Кривые намагничивания ферромагнитных материалов приведены в табл. 12. Для всех вариантов обмотка электромагнита имеет число витков $W=1000$.

ЗАДАНИЕ

1. Изобразить в масштабе заданную магнитную цепь электромагнита, указать её размеры, ферромагнитные материалы.
2. Для данного электромагнита определить величину электрического тока I , обеспечивающую заданное значение тягового усилия F_T .
3. Определить магнитное сопротивление R_M магнитопровода при вычисленном выше значении электрического тока.
4. Определить индуктивность L катушки электромагнита для рассчитанного выше режима его работы.

УКАЗАНИЯ

1. Тяговое усилие $F_T(H)$, приходящее на один воздушный зазор электромагнита, рассчитывать по приближенной формуле

$$F_T = [(B_0)^2 / (2\mu_0)] * S_0,$$

Где B_0 – индукция в воздушном зазоре, Тл; S_0 – площадь воздушного зазора, м²; $\mu_0 = 4\pi * 10^{-7}$ Гн/м – магнитная проницаемость воздуха.

2. Значения магнитного сопротивления $R_M(1/(Ом*с))$ и индуктивности катушки $L(Гн)$ можно определить, пользуясь следующими соотношениями:

$$R_M = (W * I) / \Phi;$$

$$L = (W * \Phi) / I = W^2 / R_M$$

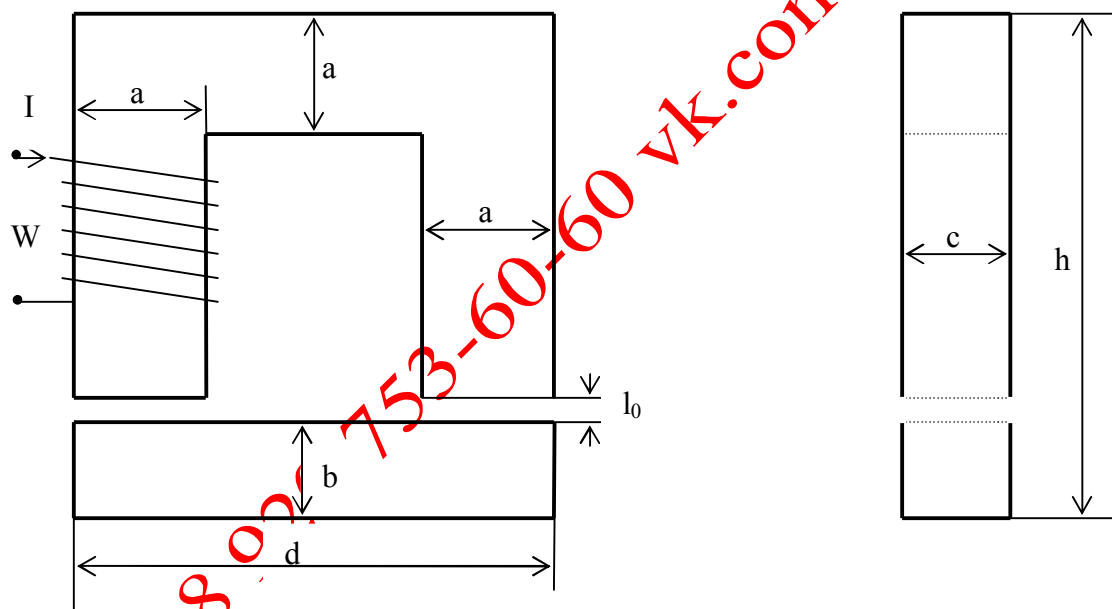


Рис. 3.

Заказ работ 8 02 753-60-60 vk.com/tulgu_gi

Геометрические размеры магнитной цепи

Номер личного варианта	Размеры магнитопровода, мм					
	a	b	c	d	h	l ₀
1	2	3	4	5	6	7
1	16	18	15	80	80	1,8
2	18	21	20	70	90	1,8
3	20	18	18	80	90	1,7
4	18	21	20	80	90	1,65
5	17	20	30	80	90	1,65
6	16	16	15	70	100	1,65
7	19	24	20	70	110	1,60
8	20	20	20	80	80	1,80
9	18	20	15	70	80	1,90
10	24	20	20	90	100	1,50
11	21	25	21	100	90	1,45
12	15	16	15	60	70	1,90
13	16	15	15	60	90	1,75
14	17	20	18	60	80	1,90
15	21	18	20	90	100	1,40
16	24	24	19	100	100	1,20
17	18	20	20	80	110	1,00
18	21	25	25	80	120	0,90
19	24	24	24	100	130	0,80
20	21	24	20	100	130	0,70
21	10	12	12	50	70	1,95
22	14	17	15	50	70	2,00
23	13	16	15	50	70	1,95
24	15	18	15	60	60	2,00
25	15	15	15	60	50	2,10
26	14	15	14	70	60	2,00
27	15	14	15	80	70	1,9
28	16	15	16	70	80	1,8
29	16	16	16	80	80	1,7
30	17	16	15	90	90	1,6

Заказ работ 8 920 753 600-60 vk.com/ilya61

Таблица 11

Материалы магнитной цепи

Номер группового варианта	Материал		
	Верхней части магнитопровода	Нижней части магнитопровода	F _г , Н
1	Чугун	Литая сталь	30
2	Чугун	Сталь Э42	50
3	Литая сталь	Сталь Э42	100
4	Литая сталь	Сталь Э310	125
5	Литая сталь	Пермендюр	150
6	Сталь Э42	Сталь Э310	175
7	Сталь Э42	Пермаллой	200
8	Сталь Э310	Пермаллой	225
9	Сталь Э310	Пермаллой	250
10	Пермаллой	Пермаллой	275

Таблица 12

Кривые намагничивания материалов

Напряжённость магн. поля, а/м	Магнитная индукция, Тл					
	Чугун	Литая сталь	Эл. техн. сталь Э310	Эл. техн. сталь Э42	Пермаллой	Пермендюр
50	0,03	0,12	0,50	0,28	0,95	0,5
100	0,06	0,22	1,00	0,43	1,00	1,00
150	0,08	0,33	1,22	0,61	1,16	1,42
200	0,11	0,43	1,25	0,70	1,21	1,6
300	0,16	0,60	1,33	0,85	1,27	1,84
400	0,20	0,72	1,37	0,96	1,31	1,95
600	0,27	0,90	1,44	1,12	1,37	2,08
1000	0,38	0,10	1,52	1,25	1,46	2,20
2000	0,55	1,33	1,60	1,38	1,55	2,31
3000	0,65	1,45	1,66	1,44	1,60	2,33
4000	0,70	14,53	1,71	1,69	1,65	2,36
5000	0,73	1,60	1,77	1,55	1,70	2,43
6000	0,75	1,61	1,82	1,60	1,75	2,46