

ФГБОУ ВО СИБГИУ

Задание на контрольную работу по дисциплине
«Электрические машины»

Приведены варианты индивидуальных заданий и указания к
выполнению контрольной работы.

Доцент Кипервассер М.В.

01.09.2017

ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Задания для студентов составлены в 19 вариантах. Студент выполняет один вариант задания, номер которого определяется по сумме двух последних цифр его шифра (номер зачетной книжки). Например, при шифре ЗЭПА-02345 выполняется вариант 9, при шифре ЗЭПА-02487 — вариант 15; при шифре ЗЭПА-02599 — вариант 18; при шифре ЗЭПА-02500 — вариант 19.

ЗАДАНИЕ № 1

Машина постоянного тока параллельного возбуждения имеет параметры, приведенные в приложении 1. Машины с номинальными напряжениями 115 и 230 В являются генераторами, а с номинальным напряжением 220 В — двигателями.

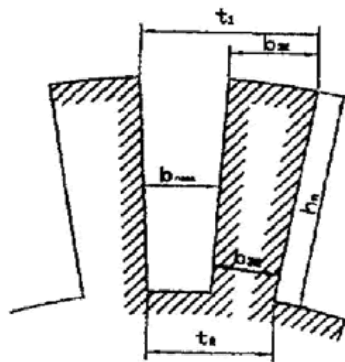
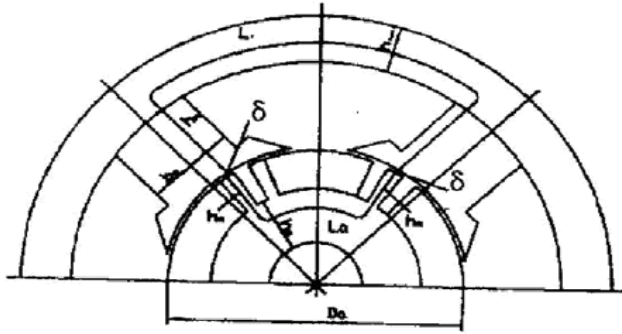


Рисунок 1 - Схематический чертёж магнитной цепи машины

Требуется:

1. Рассчитать магнитную цепь машины постоянного тока при холостом ходе:

а) выполнить в масштабе схематический чертёж магнитной цепи машины (рис. 1);

б) рассчитать магнитную цепь генератора при холостом ходе для значений $E_1=0,7U_n$; $E_2=U_n$; $E_3=1,15U_n$ и $E_4=1,25U_n$ или двигателя для значений $E_1=0,6U_n$; $E_2=0,8U_n$; $E_3=U_n$ и $E_4=1,15U_n$. По результатам расчёта построить характеристику холостого хода $E=f(F_o)$ (рис. 2) и определить коэффициент насыщения при $E=U_n$

2. Рассчитать и выполнить схему обмотки якоря машины постоянного тока. Параметры петлевых обмоток якоря и волновых обмоток приведены в приложении Б. Вычислить шаг секции y_s и полный шаг y . Вычертить схему обмотки в развернутом виде; расставить полюсы и щетки, указать секции, входящие в каждую параллельную ветвь.

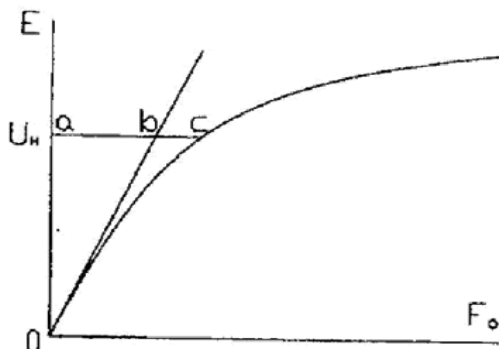


Рисунок 2 - Характеристика холостого хода

3. Рассчитать и выполнить

шаг секции y_s и полный шаг y . Вычертить схему обмотки в развернутом виде; расставить полюсы и щетки, указать секции, входящие в каждую параллельную ветвь.

3. Рассчитать потери и КПД машины постоянного тока (параметры для расчёта приведены в приложении А) при токах нагрузки $I=0,25I_n$; $I=0,5I_n$; $I=0,75I_n$; $I=I_n$;

$I=1,25I_n$.

Построить кривую $\eta=f(I)$

Указания к выполнению задания

Расчет магнитной цепи

Приступая к расчету, необходимо выполнить эскиз магнитной цепи в масштабе согласно рисунку 1. Расчет магнитной цепи ведется по форме 1.

Форма 1

Расчет магнитной цепи

№ пп	Наименование и расчетные формулы	Обозначения	Единицы измерения	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄
1	2	3	4	5	6	7	8

При этом в графе 2 выполняются все расчеты для номинального напряжения; для остальных напряжений — в соответствующие графы (3—8) заносятся только результаты расчетов.

1. Магнитные потоки

Полезный магнитный поток $\Phi = \frac{60aE}{pnN}$ [Вб], где n , об/мин.

Поток полюсов $\Phi_{\text{п}} = \sigma\Phi$.

2. Ярмо

Индукция в ярме $B_{\text{я}} = \frac{\Phi_{\text{п}}}{2S_{\text{я}}}$ [Тл].

Средняя длина магнитного пути по ярму

$$L_{\text{я}} \approx \frac{\pi D_{\text{я}}}{2p} \text{ [м]},$$

где $D_{\text{я}} = D_{\text{а}} + 2\sigma + 2h_{\text{м}} + h_{\text{я}}$.

Напряженность поля ярма $H_{\text{я}}$ для данной величины индукции $B_{\text{я}}$ находят в приложении В. МДС ярма $F_{\text{я}} = H_{\text{я}}L_{\text{я}}$ [А].

3. Полюсы

Индукция в сердечнике полюса $B_{\text{п}} = \frac{\Phi_{\text{п}}}{S_{\text{п}}}$ [Тл].

Напряженность поля полюсов приведена в приложении Г.

МДС полюсов на пару полюсов $F_{\text{м}} = H_{\text{м}}L_{\text{м}}$ [А].

где $L_{\text{м}} = 2h_{\text{м}}$ [м].

4. Воздушный зазор

Полюсный шаг $\tau = \frac{\pi D_{\text{а}}}{2p}$ [м].

Расчетная полюсная дуга $b_{\delta} = \alpha_i \tau$ [м].

Расчетная длина якоря при отсутствии радиальных вентиляционных каналов $l_{\delta} = l_{\text{а}}$ [м].

Расчетное сечение воздушного зазора $S_{\delta} = b_{\delta} l_{\delta}$ [м²].

Индукция в воздушном зазоре $B_{\delta} = \frac{\Phi}{S_{\delta}}$ [Тл]

Зубцовый шаг по верху зубца $t_1 = \frac{\pi D_a}{z}$ [м].

Ширина зубца, по верху $b_{31} = t_1 - b_n$ [м].

Коэффициент воздушного зазора $k_1 = \frac{t_1 + 10\delta}{b_{31} + 10\delta}$

МДС воздушного зазора $F_{\delta} = 1,6 \cdot 10^6 k_1 \delta B_{\delta}$

5. Зубцы

Зубцовый шаг на середине высоты паза $t_0 = \frac{\pi(D_a - h_{\Pi})}{z}$

Зубцовый шаг по низу паза $t_2 = \frac{\pi(D_a - 2h_{\Pi})}{z}$

Ширина зубца на середине высоты паза $b_{30} = t_0 - b_n$.

Ширина зубца по низу паза $b_{32} = t_2 - b_n$.

Длина чистой стали якоря при отсутствии вентиляционных каналов $l_{ст} = l_a k_2$, где k_2 — коэффициент заполнения лакированной стали, при толщине стали 0,5 мм $k_2 = 0,93$. Отношение сечения воздуха к сечению стали по верху зубцов

$$k_{3(1)} = \frac{l_a t_1}{b_{31} l_{ст}} - 1.$$

То же, посередине и внизу зубцов

$$k_{3(0)} = \frac{l_a t_0}{b_{30} l_{ст}} - 1; \quad k_{3(2)} = \frac{l_a t_2}{b_{32} l_{ст}} - 1$$

Индукция по верху зубцов $B_{31} = \frac{B_{\delta} l_a t_1}{b_{31} l_{ст}}$.

Индукция посередине зубцов $B_{30} = \frac{B_{\delta} l_a t_0}{b_{30} l_{ст}}$.

Индукция по низу зубцов $B_{32} = \frac{B_{\delta} l_a t_2}{b_{32} l_{ст}}$.

Напряженность поля в заданных сечениях находим при значениях индукции меньше 1,8 Тл по приложению Д, больше — по приложению Е с учетом k_3 .

Среднее значение напряженности поля в зубцах при $B_{32} < 1,8$ Тл,

$$H_3 = \frac{H_{31} + H_{32}}{2}$$

при $B_{32} > 1,8$ Тл

$$H_3 = \frac{H_{31} + 4H_{30} + H_{32}}{6} \text{ [A/м]}$$

Длина магнитного пути по зубцам $L_3 = 2h_n$ [м].

МДС зубцов на пару полюсов $F_3 = H_3 L_3$ [А].

6. Спинка якоря

Сечение спинки якоря $S_a = h_a l_{ст}$ [м²].

Индукция в спинке якоря $B_a = \frac{\Phi}{2S_a}$ [Тл]

Напряжённость поля спинки якоря находим по приложению Д.

Среднюю длину магнитного пути по спинке якоря L_a определяем из чертежа магнитной цепи машины (рис. 1).

МДС спинки якоря на пару полюсов $F_a = H_a L_a$ [А].

7. Суммарная МДС и характеристика холостого хода

Суммарная МДС на пару полюсов $F = F_{я} + F_m + F_{\delta} + F_3 + F_a$

Суммарная МДС на всю машину $F_0 = pF$.

По полученным данным строят кривую $E = f(F_0)$, называемую характеристикой холостого хода. Примерный вид ее показан на рисунке 2. Определяют коэффициент насыщения стали $k_{нас} = \frac{ac}{ab} = \frac{F}{F_{\delta}}$

Обмотки якоря

У всех петлевых обмоток $a = tp$, у всех волновых $a = m$, где a — число пар параллельных ветвей; p — число пар полюсов; m — коэффициент множественности. У всех простых обмоток $m = 1$, у современных сложных $m = 2$. Следовательно, у простых петлевых обмоток $a = p$, у сложных $a = 2p$; у простых волновых $a = 1$, у сложных волновых $a = 2$.

Первый частичный шаг y_1 , равный шагу секции y_s для всех типов обмоток,

$y_1 = y_s = \frac{s}{2p} \pm \varepsilon$, где ε показывает отклонение шага от диаметрального, s

— полное число секции.

Полный шаг для петлевых обмоток y , равный шагу по коллектору y_k , $y = y_k = \pm m$.

Полный шаг для волновых обмоток $y = y_k = \frac{s \pm m}{p}$ Знак «+» берут у правых обмоток, «—» у левых.

Схему надо вычерчивать по элементарным пазам. При этом актив-

ные стороны секций, лежащие в верхней части паза, изображают сплошными линиями, а в нижней — прерывистыми.

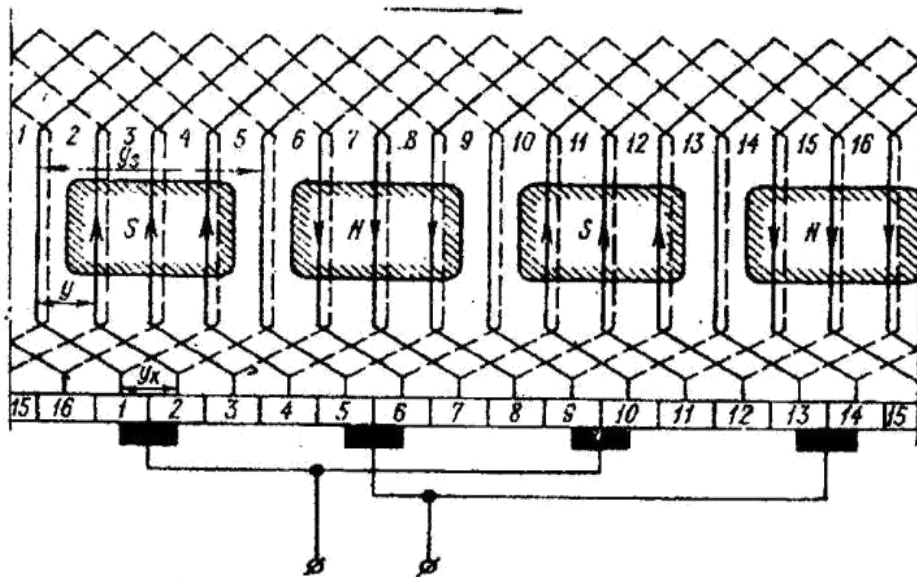


Рисунок 3 — Простая правая петлевая обмотка

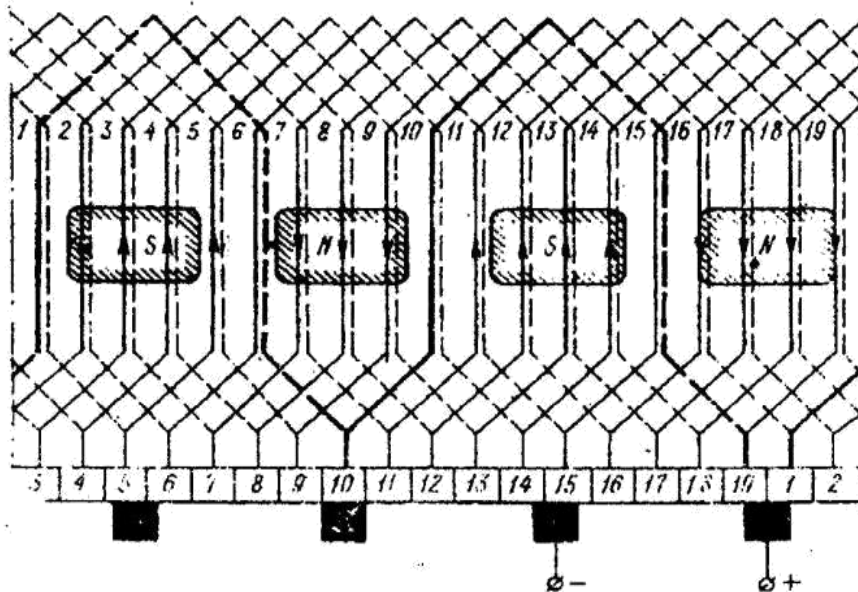


Рисунок 4 — Простая левая волновая обмотка

При вычерчивании схем следует строго выдерживать разрезы схем обмоток и следить за тем, чтобы лобовые части секций были одинаковой длины. Для большей наглядности и облегчения вычерчивания будем считать, что каждая секция состоит из одного витка, т. е. $\omega_s = 1$. На рисунках 3 и 4 приведены схемы простой правой петлевой и левой волновой обмоток, на рисунке 5 — простая левая волновая обмотка с мертвой секцией, на рисунке 6 — сложная правая петлевая обмотка.

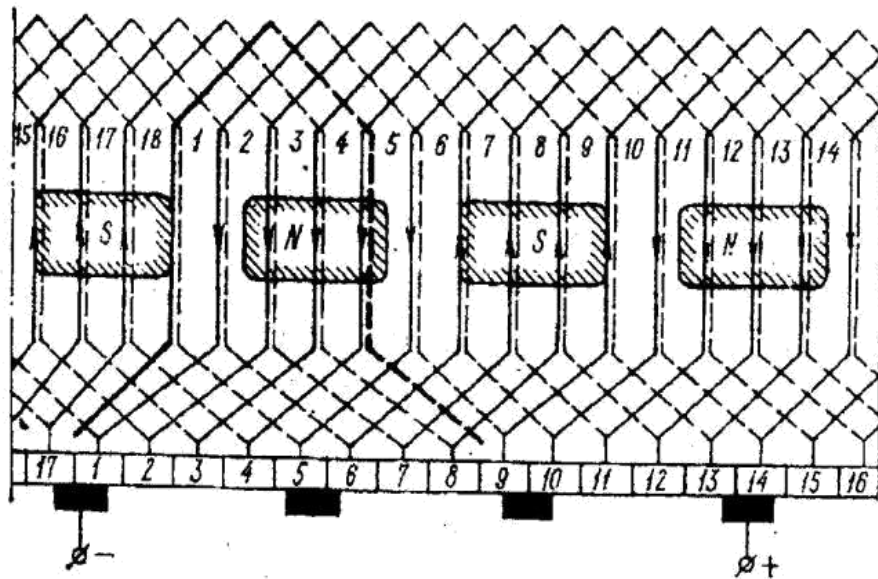


Рисунок 5 Простая левая волновая обмотка с мертвой секцией

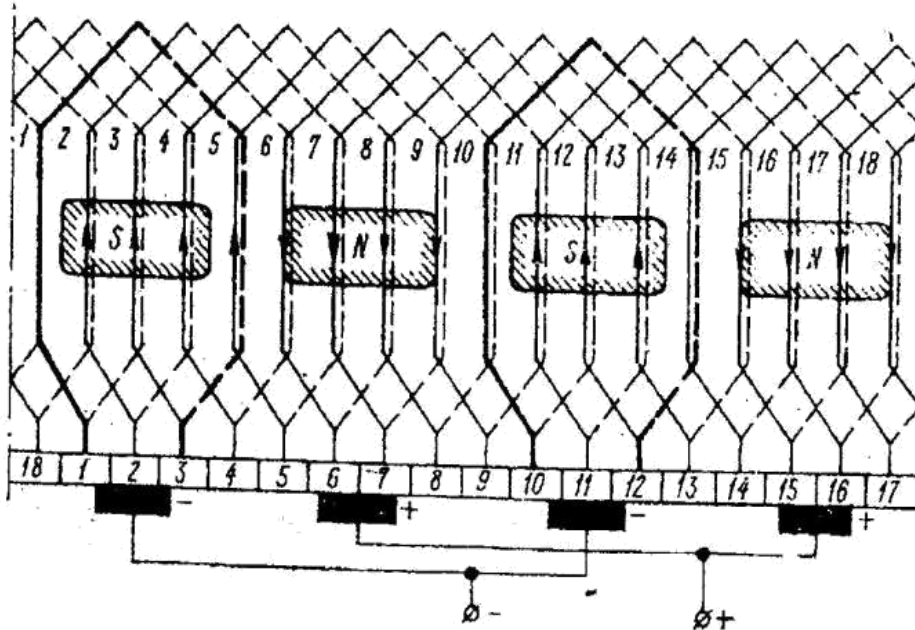


Рисунок 6 Сложная правая петлевая обмотка

Полюсы и щетки надо располагать так, чтобы первая секция при диаметральном шаге обмотки лежала на геометрической нейтрали, а при хордовой обмотке — симметрично относительно геометрической нейтрали. Для этого у простой правой петлевой и волновой обмоток середина первой щетки и первого полюса должна находиться против правого края первой

коллекторной пластины; у простой левой петлевой и волновой обмоток — против левого края первой коллекторной пластины; у сложной правой петлевой и волновой обмоток середина первой щетки и первого полюса должна находиться против середины второй коллекторной пластины; у сложной левой петлевой и волновой — против середины последней коллекторной пластины.

В некоторых случаях у волновых обмоток приходится применять мертвые секции. На рисунке 5 приведена схема волновой обмотки при

$$s=18 \text{ и } p=2. \text{ Полный шаг } y = \frac{s-1}{p} = \frac{18-1}{2} = 8,5$$

т. е. не равен целому числу, поэтому приходится оставлять одну секцию (а при другом соотношении s и p и больше) мертвой, т. е. для заполнения места и балансировки вкладывать ее в пазы, но не подключать к коллекторным пластинам. При наличии одной мертвой секции число секций,

$$\text{включенных в схему, равно } 17 \text{ и } y = \frac{17-1}{2} = 8$$

При подсчете шага секции мертвую секцию надо учитывать, так как

$$\text{она занимает место в пазах якоря } y_1 = y_s = \frac{18}{4} - \frac{2}{4} = 4$$

При подсчете полного шага мертвая секция не учитывается, поэтому число коллекторных пластин берется равным числу активных секций.

Расчет потерь и КПД машины

В машине постоянного тока имеются следующие потери:

- на трение в подшипниках и вентиляционные — $p_{\text{мех}}$
- в стали — $p_{\text{ст}}$
- механические — на трение щеток о коллектор — $p_{\text{щ}}$
- в контактах щеток — $p_{\text{к}}$
- в обмотке якоря — $p_{\text{ма}}$
- в обмотке добавочных полюсов — $p_{\text{дп}}$
- в цепи возбуждения — $p_{\text{в}}$
- добавочные — $p_{\text{доб}}$

Механические потери $p_{\text{мех}}$ [Вт] находят по приложению Ж.

Порядок расчета потерь и КПД следующий:

1. Потери в стали 2013 толщиной 0,5

$$P_{ст} \approx 2,3 P_{1,0} \left(\frac{f}{50} \right)^{1,3} (B_a^2 G_a + B_{з0}^2 G_z) \text{ [Вт]}$$

Здесь $f = \frac{pn}{60}$ - частота перемагничивания;

$P_{1,0}$ - удельные потери при частоте $f = 50$ [Гц] и индукции $B = 1$ [Тл] (для стали 2013 $P_{1,0} = 2,5$ Вт/кг); B_a и $B_{з0}$ — индукция в спинке якоря и посередине зубцов, соответствующая ЭДС при нагрузке

$$E = U_n \pm (I_{ан} R_a + I_{ан} R_{лп} + 2) \text{ [В]}$$

Знак « + » у генератора и « — » у двигателя. Величину потока, необходимого для создания этой ЭДС, определяют по формуле $\Phi = \frac{60aE}{pnN}$ [Вб], где n , об/мин.

Индукция в воздушном зазоре $B_\delta = \frac{\Phi}{S_\delta}$ [Тл], где сечение воздушного

зазора

$$S_\delta = \alpha_i \pi l_a = \alpha_i \frac{\pi D_a}{2p} l_a \text{ [м}^2\text{]}.$$

Индукция посередине зубцов якоря $B_{з0} = \frac{B_\delta l_a l_1}{b_{з0} l_{ст}}$ [Тл],

а G_a и G_z — расчетная масса спинки якоря и зубцов.

$$G_a = 7,8 \cdot 2p L_a S_a \cdot 10^3 \text{ [кг];} \quad G_z = 7,8 \cdot h_p b_{з0} l_{ст} \cdot 10^3 \text{ [кг],}$$

L_a и S_a см. расчет спинки якоря.

Для стали марки 2312 потери уменьшить на 10%.

2. Механические потери на трение щеток о коллектор

$$P_{м.щ} = \Sigma S_{щ} P_{щ} K_{тр} U_k,$$

где $\Sigma S_{щ}$ — суммарная площадь поверхности соприкосновения щеток с коллектором;

$P_{щ}$ — давление на щетку (для щеток марки ЭГ — 14 $P_{щ} = 3 \cdot 10^4$ Па);

$K_{тр}$ — коэффициент трения щетки;

U_k — окружная скорость коллектора, м/сек.

$$\Sigma S_{щ} = \frac{2I_{ан}}{j_{щ}},$$

где $j_{щ}$ — плотность тока в щеточном контакте (для щеток ЭГ — 14 допустимые значения $j_{щ} = 11 \cdot 10^4$ А/м²)

$$U_k = \pi D_k n$$

где D_k – диаметр коллектора, м ($D_k \approx 0,7 D_a$);
 n – частота вращения, об/с.

3. Потери в контактах щеток

$$P_k = \Delta U I_a = 2 I_a,$$

где $\Delta U = 2$ [В] — падение напряжения в контактах щеток.

4. Потери в обмотке якоря

$$P_{ма} = I_a^2 R_a \text{ [Вт]},$$

где $I_a = I_H \pm i_b$; знак « + » относится к генераторам, а « — » — к двигателям;
 ток возбуждения $i_b = k_b I_H$. k_b определяется следующим образом:

P_H , кВт	2	4	6	8	10	12	15	20	25
k_b	0,06	0,045	0,040	0,037	0,033	0,031	0,029	0,028	0,027

$R_a = N l_n / 46(2a)^2 S_n$ — сопротивление обмотки якоря при 75 °С, Ом; $l_n = l_a + l_x$,
 $l_x \approx 1,4 \tau$ — длина лобовой части якоря; $S_n \approx 0,1 l_n / a$ — сечение проводника
 якоря, мм².

5. Потери в обмотке добавочных полюсов

$$P_{дп} = 0,5 P_{ма} \text{ [Вт]}$$

6. Потери в цепи возбуждения

$$P_b = U_H i_b \text{ [Вт]}$$

7. Добавочные потери:

а) при номинальной нагрузке добавочные потери определяют из уравнения

$$P_{добн} = 0,01 U_H I_H \text{ [Вт]};$$

б) при токе, отличном от номинального, $P_{доб} = P_{добн} \left(\frac{I}{I_H} \right)^2 \text{ [Вт]}$

8. Суммарные потери КПД генератора

$$\Sigma P = P_{мех} + P_{ст} + P_{щ} + P_k + P_{ма} + P_{дп} + P_b + P_{доб}$$

$$\text{КПД генератора } \eta_{ген} = \left(1 - \frac{\Sigma P}{U_H I + \Sigma P} \right) 100 \%$$

$$\text{КПД двигателя } \eta_{дв} = \left(1 - \frac{\Sigma P}{U_H I_H} \right) 100 \%$$

Варианты заданий к выполнению контрольной работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Параметры для расчета задания № 1 по вариантам

Вариант 1.

Мощность P , кВт	23
Напряжение U , В	230
Ток I , А	100
Частота вращения, об/с	16,67
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,295
Высота спинки якоря h_a , м	0,060
Длина якоря l_a , м	0,14
Воздушный зазор δ , м	0,002
Число пазов z	33
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,65
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{п.}$, м	0,010
Высота паза якоря $h_{п.}$, м	0,0362
Высота полюса h_m , м	0,115
Сечение ярма $S_{я.}$, м ²	0,0087
Сечение полюса $S_{п.}$, м ²	0,0175
Высота ярма $h_{я.}$, м	0,03
Число активных проводников якоря N	396

Вариант 2.

Мощность P , кВт	24
Напряжение U , В	230
Ток I , А	104
Частота вращения, об/с	21,0
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,290
Высота спинки якоря h_a , м	0,060
Длина якоря l_a , м	0,10
Воздушный зазор δ , м	0,002
Число пазов z	35
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,65
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{п.}$, м	0,0098
Высота паза якоря $h_{п.}$, м	0,0362
Высота полюса h_m , м	0,115

Продолжение приложения А	
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,0075
Сечение полюса $S_{м}$, м ²	0,011
Высота ярма $h_{я}$, м	0,03
Число активных проводников якоря N	560

Вариант 3.

Мощность P , кВт	25
Напряжение U , В	230
Ток I , А	108,5
Частота вращения, об/с	33,3
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря $D_{а}$, м	0,240
Высота спинки якоря $h_{а}$, м	0,046
Длина якоря $l_{а}$, м	0,12
Воздушный зазор δ , м	0,0012
Число пазов z	35
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,64
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{п}$, м	0,0085
Высота паза якоря $h_{п}$, м	0,0362
Высота полюса $h_{м}$, м	0,096
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,0050
Сечение полюса $S_{м}$, м ²	0,009
Высота ярма $h_{я}$, м	0,025
Число активных проводников якоря N	420

Вариант 4.

Мощность P , кВт	18
Напряжение U , В	230
Ток I , А	78
Частота вращения, об/с	33,3
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря $D_{а}$, м	0,246
Высота спинки якоря $h_{а}$, м	0,046
Длина якоря $l_{а}$, м	0,08
Воздушный зазор δ , м	0,0015
Число пазов z	35
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,66
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{п}$, м	0,008

Продолжение приложения А	
Высота паза якоря $h_{п}$, м	0,0362
Высота полюса $h_{м}$, м	0,096
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,0040
Сечение полюса $S_{м}$, м ²	0,008
Высота ярма $h_{я}$, м	0,025
Число активных проводников якоря N	560

Вариант 5.

Мощность P , кВт	25
Напряжение U , В	220
Ток I , А	129
Частота вращения, об/с	48,3
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря $D_{а}$, м	0,195
Высота спинки якоря $h_{а}$, м	0,036
Длина якоря $l_{а}$, м	0,14
Воздушный зазор δ , м	0,002
Число пазов z	31
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,15
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,65
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{п}$, м	0,0075
Высота паза якоря $h_{п}$, м	0,027
Высота полюса $h_{м}$, м	0,078
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,0050
Сечение полюса $S_{м}$, м ²	0,009
Высота ярма $h_{я}$, м	0,021
Число активных проводников якоря N	248

Вариант 6.

Мощность P , кВт	14
Напряжение U , В	115
Ток I , А	121,7
Частота вращения, об/с	24,2
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря $D_{а}$, м	0,205
Высота спинки якоря $h_{а}$, м	0,034
Длина якоря $l_{а}$, м	0,14
Воздушный зазор δ , м	0,002
Число пазов z	35
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,15

Продолжение приложения А

Коэффициент полюсной дуги α_i	0,64
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря b_n , м	0,0075
Высота паза якоря h_n , м	0,027
Высота полюса h_m , м	0,078
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,0040
Сечение полюса S_m , м ²	0,008
Высота ярма $h_{я}$, м	0,021
Число активных проводников якоря N	280

Вариант 7.

Мощность P , кВт	55
Напряжение U , В	220
Ток I , А	283
Частота вращения, об/с	25
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,296
Высота спинки якоря h_a , м	0,056
Длина якоря l_a , м	0,16
Воздушный зазор δ , м	0,0025
Число пазов z	37
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,66
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	2
Ширина паза якоря b_n , м	0,0085
Высота паза якоря h_n , м	0,034
Высота полюса h_m , м	0,113
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,016
Сечение полюса S_m , м ²	0,015
Высота ярма $h_{я}$, м	0,032
Число активных проводников якоря N	222

Вариант 8.

Мощность P , кВт	32
Напряжение U , В	220
Ток I , А	149
Частота вращения, об/с	25
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,248
Высота спинки якоря h_a , м	0,047
Длина якоря l_a , м	0,16
Воздушный зазор δ , м	0,0025

Продолжение приложения А

Число пазов z	29
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,65
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{п.}$, м	0,0106
Высота паза якоря $h_{п.}$, м	0,027
Высота полюса $h_{м.}$, м	0,098
Сечение ярма $S_{я.}$, м ²	0,015
Сечение полюса $S_{м.}$, м ²	0,013
Высота ярма $h_{я.}$, м	0,031
Число активных проводников якоря N	290

Вариант 9.

Мощность P , кВт	25
Напряжение U , В	230
Ток I , А	108,5
Частота вращения, об/с	33,3
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря $D_{а.}$, м	0,250
Высота спинки якоря $h_{а.}$, м	0,057
Длина якоря $l_{а.}$, м	0,12
Воздушный зазор δ , м	0,002
Число пазов z	33
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,66
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{п.}$, м	0,0088
Высота паза якоря $h_{п.}$, м	0,035
Высота полюса $h_{м.}$, м	0,1
Сечение ярма $S_{я.}$, м ²	0,006
Сечение полюса $S_{м.}$, м ²	0,0092
Высота ярма $h_{я.}$, м	0,045
Число активных проводников якоря N	396

Вариант 10.

Мощность P , кВт	19
Напряжение U , В	115
Ток I , А	165
Частота вращения, об/с	12,6
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря $D_{а.}$, м	0,295

Продолжение приложения А

Высота спинки якоря h_a , м	0,078
Длина якоря l_a , м	0,15
Воздушный зазор δ , м	0,0025
Число пазов z	33
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,64
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря b_p , м	0,010
Высота паза якоря h_p , м	0,036
Высота полюса h_m , м	0,11
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,011
Сечение полюса S_m , м ²	0,0137
Высота ярма $h_{я}$, м	0,040
Число активных проводников якоря N	264

Вариант 11.

Мощность P , кВт	50
Напряжение U , В	230
Ток I , А	218
Частота вращения, об/с	33,3
Число пар полюсов p	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,295
Высота спинки якоря h_a , м	0,060
Длина якоря l_a , м	0,15
Воздушный зазор δ , м	0,002
Число пазов z	35
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,66
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	2
Ширина паза якоря b_p , м	0,009
Высота паза якоря h_p , м	0,035
Высота полюса h_m , м	0,11
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,018
Сечение полюса S_m , м ²	0,0160
Высота ярма $h_{я}$, м	0,032
Число активных проводников якоря N	210

Вариант 12.

Мощность P , кВт	15
Напряжение U , В	115
Ток I , А	130

Продолжение приложения А

Частота вращения, об/с	25,8
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря $D_{\text{а}}$, м	0,200
Высота спинки якоря $h_{\text{а}}$, м	0,035
Длина якоря $l_{\text{а}}$, м	0,15
Воздушный зазор δ , м	0,0015
Число пазов z	33
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,15
Коэффициент полюсной дуги α_1	0,64
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{\text{п}}$, м	0,0076
Высота паза якоря $h_{\text{п}}$, м	0,028
Высота полюса $h_{\text{м}}$, м	0,076
Сечение ярма $S_{\text{я}}$, м ²	0,0039
Сечение полюса $S_{\text{м}}$, м ²	0,008
Высота ярма $h_{\text{я}}$, м	0,021
Число активных проводников якоря N	264

Вариант 13.

Мощность P , кВт	26
Напряжение U , В	220
Ток I , А	120
Частота вращения, об/с	50
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря $D_{\text{а}}$, м	0,198
Высота спинки якоря $h_{\text{а}}$, м	0,033
Длина якоря $l_{\text{а}}$, м	0,145
Воздушный зазор δ , м	0,002
Число пазов z	35
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_1	0,65
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_{\text{п}}$, м	0,0075
Высота паза якоря $h_{\text{п}}$, м	0,029
Высота полюса $h_{\text{м}}$, м	0,082
Сечение ярма $S_{\text{я}}$, м ²	0,0052
Сечение полюса $S_{\text{м}}$, м ²	0,0092
Высота ярма $h_{\text{я}}$, м	0,023
Число активных проводников якоря N	280

Продолжение приложения А

Вариант 14.

Мощность P , кВт	17
Напряжение U , В	230
Ток I , А	74
Частота вращения, об/с	27,0
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,248
Высота спинки якоря h_a , м	0,044
Длина якоря l_a , м	0,09
Воздушный зазор δ , м	0,0015
Число пазов z	33
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,15
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,64
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря b_p , м	0,0075
Высота паза якоря h_p , м	0,035
Высота полюса h_m , м	0,095
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,0038
Сечение полюса S_m , м ²	0,0078
Высота ярма $h_{я}$, м	0,025
Число активных проводников якоря N	528

Вариант 15.

Мощность P , кВт	22
Напряжение U , В	230
Ток I , А	96
Частота вращения, об/с	15,8
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,298
Высота спинки якоря h_a , м	0,058
Длина якоря l_a , м	0,15
Воздушный зазор δ , м	0,002
Число пазов z	31
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,65
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря b_p , м	0,01
Высота паза якоря h_p , м	0,0362
Высота полюса h_m , м	0,114
Сечение ярма $S_{я}$, м ²	0,0085
Сечение полюса S_m , м ²	0,016
Высота ярма $h_{я}$, м	0,032

Продолжение приложения А	
Число активных проводников якоря N	375

Вариант 16.

Мощность P , кВт	30
Напряжение U , В	220
Ток I , А	140
Частота вращения, об/с	24,2
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,260
Высота спинки якоря h_a , м	0,050
Длина якоря l_a , м	0,15
Воздушный зазор δ , м	0,0025
Число пазов z	31
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,64
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря b_n , м	0,0104
Высота паза якоря h_n , м	0,027
Высота полюса h_m , м	0,096
Сечение ярма S_y , м ²	0,014
Сечение полюса S_m , м ²	0,012
Высота ярма h_y , м	0,03
Число активных проводников якоря N	310

Вариант 17.

Мощность P , кВт	16
Напряжение U , В	230
Ток I , А	70,0
Частота вращения, об/с	32,5
Число пар полюсов p ,	2
Наружный диаметр якоря D_a , м	0,230
Высота спинки якоря h_a , м	0,47
Длина якоря l_a , м	0,09
Воздушный зазор δ , м	0,0015
Число пазов z	33
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,65
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря b_n , м	0,008
Высота паза якоря h_n , м	0,0362
Высота полюса h_m , м	0,095
Сечение ярма S_y , м ²	0,0039

Продолжение приложения А	
Сечение полюса $S_m, \text{ м}^2$	0,0075
Высота ярма $h_{я}, \text{ м}$	0,024
Число активных проводников якоря N	528

Вариант 18.

Мощность $P, \text{ кВт}$	24
Напряжение $U, \text{ В}$	220
Ток $I, \text{ А}$	125
Частота вращения, об/с	47
Число пар полюсов $p,$	2
Наружный диаметр якоря $D_a, \text{ м}$	0,195
Высота спинки якоря $h_a, \text{ м}$	0,036
Длина якоря $l_a, \text{ м}$	0,145
Воздушный зазор $\delta, \text{ м}$	0,002
Число пазов z	31
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,66
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_n, \text{ м}$	0,0071
Высота паза якоря $h_n, \text{ м}$	0,026
Высота полюса $h_m, \text{ м}$	0,078
Сечение ярма $S_{я}, \text{ м}^2$	0,0050
Сечение полюса $S_m, \text{ м}^2$	0,0089
Высота ярма $h_{я}, \text{ м}$	0,026
Число активных проводников якоря N	248

Вариант 19.

Мощность $P, \text{ кВт}$	20
Напряжение $U, \text{ В}$	115
Ток $I, \text{ А}$	173
Частота вращения, об/с	16,67
Число пар полюсов $p,$	2
Наружный диаметр якоря $D_a, \text{ м}$	0,280
Высота спинки якоря $h_a, \text{ м}$	0,076
Длина якоря $l_a, \text{ м}$	0,14
Воздушный зазор $\delta, \text{ м}$	0,0025
Число пазов z	33
Число пар параллельных ветвей α	1
Коэффициент рассеивания σ	1,15
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,64
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_n, \text{ м}$	0,0105

Продолжение приложения А

Высота паза якоря $h_n, \text{ м}$	0,037
Высота полюса $h_m, \text{ м}$	0,11
Сечение ярма $S_{я}, \text{ м}^2$	0,011
Сечение полюса $S_m, \text{ м}^2$	0,0137
Высота ярма $h_{я}, \text{ м}$	0,044
Число активных проводников якоря N	264

