

А. А. КУЛИКОВ, М. И. НЕМИРОВСКИЙ

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МАШИНАМ



М А Ш Г И З

А. А. КУЛИКОВ, М. И. НЕМИРОВСКИЙ

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МАШИНАМ

Допущено
Министерством высшего и среднего
специального образования УССР
в качестве учебного пособия
для электротехнических специальностей
техникумов УССР



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1961 Киев

Книга написана в соответствии с программой, утвержденной Министерством высшего и среднего специального образования СССР. В ней содержатся задачи по всем основным разделам курса «Электрические машины», даны подробные решения типовых задач по расчету параметров электрических машин при разных режимах работы. Приведены рабочие характеристики электрических машин постоянного и переменного токов, рабочие характеристики одно- и трехфазных трансформаторов и описано построение диаграмм для коллекторных двигателей и каскадных соединений.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для учащихся дневных, вечерних и заочных отделений техникумов электротехнических специальностей.

Рецензенты: инж. Г. Б. Васильева, инж. В. И. Луцк
Редактор инж. В. П. Корытников

ЮЖНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА
Главный редактор инж. В. К. Сердюк

ПРЕДИСЛОВИЕ

В «Сборник задач по электрическим машинам» включены задачи по всем основным разделам курса, читаемого в техникумах электротехнических специальностей.

Наряду с оригинальными задачами, составленными авторами, в задачник включены задачи, заимствованные из других литературных источников.

Большинство типовых задач снабжено подробными решениями одного из вариантов, что облегчает самостоятельную работу учащихся над задачником. Почти на все задачи имеются ответы.

Условия многих задач разработаны для нескольких вариантов. Это облегчает использование задач для контрольных работ, домашних заданий.

Задачи в сборнике расположены в порядке нарастания их сложности.

При составлении задачника авторы использовали личный опыт преподавания, материалы лабораторных работ, а также труды других авторов, список которых помещен в конце книги.

Главы I и IV написаны А. А. Куликовым, главы II, III, V и VI — М. И. Немировским.

Глава I

МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

§ 1. ОБМОТКИ ЯКОРЕЙ

1. В табл. 1 приведены некоторые данные обмоток для нескольких типов машин постоянного тока серии ПН и новой серии П. Пользуясь приведенными данными, определить величины, числовые значения которых не указаны в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика машин	Варианты				
	1	2	3	4	5
Тип	ПН-52	ПН-28,5	П-12	П-31	П-62
Мощность P_n , <i>квт</i>	0,52	2,8	1,0	3,2	8,0
Число коллекторных пластин K	—	87	—	72	—
Число секций S	—	—	—	—	93
Число витков в секции w_s	17	7	11	—	—
Число реальных пазов Z_p	14	—	14	18	31
Число активных проводников N	—	—	1232	720	558
Число проводников в пазу S_n	136	42	—	—	—

Решение 1-го варианта. Число коллекторных пластин K , число секций S и число элементарных пазов Z_s находят по формуле

$$K = S = Z_s = \frac{Z_p S_n}{2w_s} = \frac{14 \cdot 136}{2 \cdot 17} = 56.$$

Число активных проводников обмотки якоря
 $N = 2Sw_s = 2 \cdot 56 \cdot 17 = 1904.$

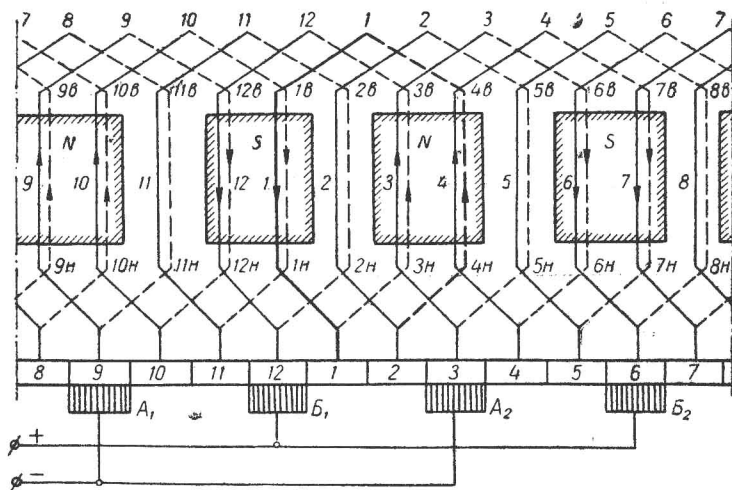
2. Якорь машины постоянного тока имеет двухслойную простую петлевую (параллельную) обмотку с числом активных проводников $N = 24$ и числом витков в секции $w_s = 1$. Определить шаги обмотки, вычертить ее развернутую схему, расставить полюсы и щетки и указать число параллельных ветвей, если число полюсов машины $2p = 4$.

Решение. Число коллекторных пластин K , секций S и элементарных пазов Z_s :

$$K = S = Z_s = \frac{N}{2w_s} = \frac{24}{2 \cdot 1} = 12.$$

Первый частичный (диаметральный) шаг обмотки

$$y_1 = \frac{Z_p \mp b}{2p} = \frac{12 \mp 0}{4} = 3;$$



Фиг. 1. Схема простой петлевой обмотки.

результрующий шаг и шаг по коллектору

$$y = +1 \text{ и } y_k = +1;$$

второй частичный шаг

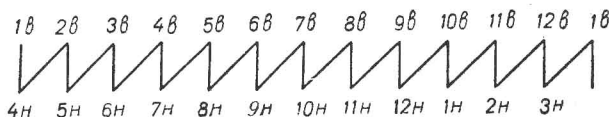
$$y_2 = y_1 - y = 3 - 1 = 2.$$

Число параллельных ветвей

$$2a = 2p = 4.$$

Схема обмотки приведена на фиг. 1. Секционные стороны, лежащие в верхней части паза, показаны сплошными линиями и обозначены номером паза с буквой *v*. Нижние секционные стороны показаны штриховой линией и обозначены также номером паза с буквой *n*.

Порядок соединения между собой секционных сторон и секций приведен на фиг. 2. Вертикальные линии *1v—4n*, *2v—5n* и т. д. показывают, какие секционные стороны соединяются между собой со сто-



Фиг. 2. Порядок соединения секционных сторон и секций.

роны, противоположной коллектору. Наклонные линии *2v—4n*, *3v—5n* и т. д. показывают, какие секционные стороны соединяются между собой со стороны коллектора.

Число секций в каждой параллельной ветви

$$S_a = \frac{S}{2 \cdot a} = \frac{12}{4} = 3.$$

Ветвь между щетками A_1, B_1 (фиг. 1) состоит из секций 9—10—11; между щетками $A_1 B_2$ — из секций 8—7—6; между щетками $A_2 B_2$ — из секций 3—4—5; между щетками $A_2 B_1$ — из секций 2—1—12.

3. Для якоря машины постоянного тока с двухслойной простой петлевой обмоткой определить шаги обмотки по элементарным пазам, вычертить развернутую схему обмотки, расставить полюсы и щетки и указать параллельные ветви. Необходимые обмоточные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Величины	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
S	—	—	20	—	—	—	14	—
K	—	—	—	—	18	—	—	18
N	56	32	—	28	—	52	—	—
ω_s	2	2	1	1	1	2	1	1
$2p$	4	4	4	4	6	6	6	4

4. По данным табл. 3 для двухслойной простой петлевой обмотки вычислить шаги по элементарным пазам и вычертить схему обмотки с реальными пазами, если каждый реальный паз содержит u элементарных пазов.

Таблица 3

Величины	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
S	28	—	28	—	—	—	—	—
K	—	32	—	16	42	50	—	—
N	—	—	—	—	—	—	96	112
ω_s	1	1	1	2	2	2	2	2
u	2	2	2	2	3	3	2	2
$2p$	4	4	6	8	6	4	6	4

Решение 1-го варианта. Число пазов

$$Z_s = u \cdot Z_p = S = 28$$

и

$$Z_p = \frac{S}{u} = \frac{28}{2} = 14.$$

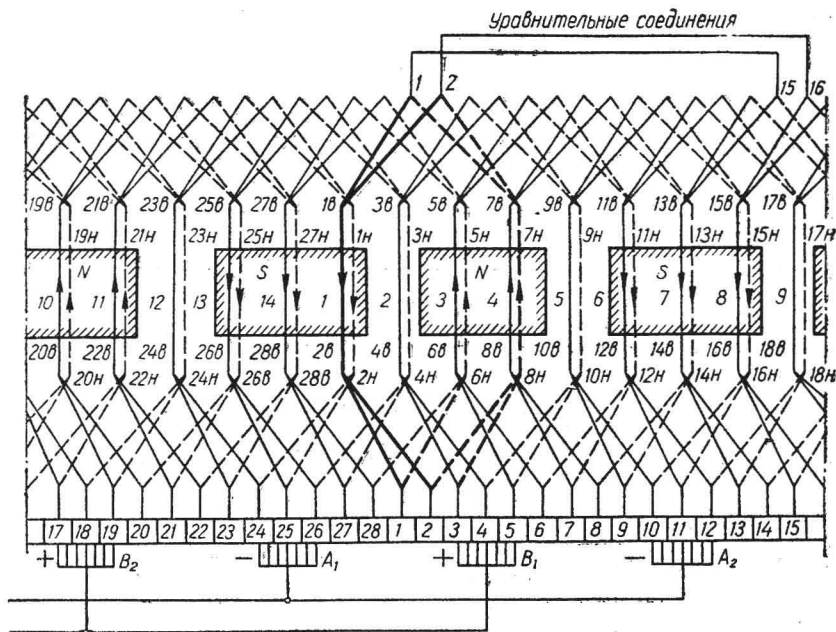
Шаги обмотки:

$$y_1 = \frac{Z_s \mp b}{2p} = \frac{28 \mp 4}{4} = 6,$$

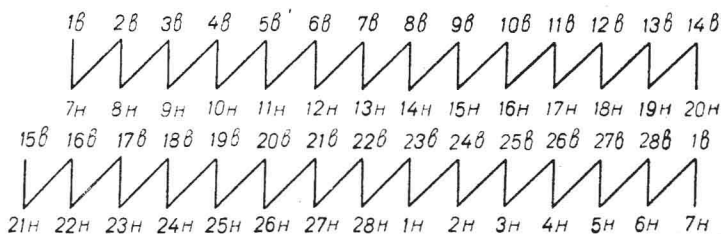
т. е. принимаем обмотку с укороченным шагом;

$$y = +1 \text{ и } y_k = +1;$$

$$y_2 = y_1 - y = 6 - 1 = 5.$$



Фиг. 3. Простая петлевая обмотка в реальных пазах.



Фиг. 4. Порядок соединения секционных сторон и секций.

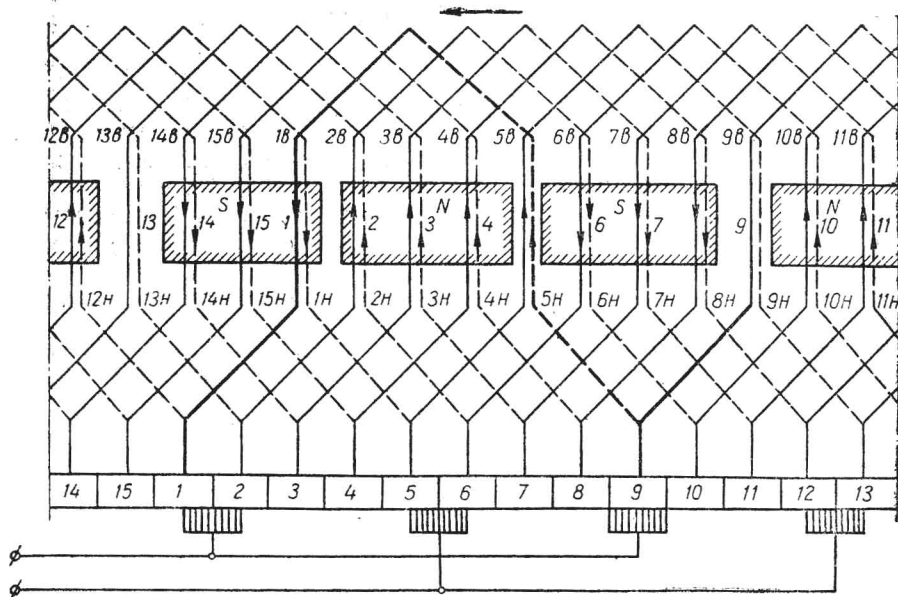
Схема обмотки приведена на фиг. 3. Реальные пазы пронумерованы числами от 1 до 14. Так как реальный паз содержит $u = 2$ элементарных паза, то в каждом реальном пазу лежат четыре секционные стороны обмотки. Так, в верхней части первого паза находятся секционные стороны обмотки, обозначенные на фиг. 3 $1в$ и $2в$, а в нижней части — $1н$ и $2н$.

Порядок соединения между собой секционных сторон и секций приведен на фиг. 4.

5. Якорь машины постоянного тока имеет двухслойную простую волновую (последовательную) обмотку с числом полюсов $2p = 4$ и числом реальных пазов $Z_p = 15$. Число витков в секции $w_s = 2$ и число элементарных пазов в реальном пазу $u = 1$. Определить шаги обмотки, вычертить ее развернутую схему, расставить полюсы и щетки.

Решение. Число коллекторных пластин, секций и элементарных пазов:

$$K = S = Z_s = u \cdot Z_p = 1 \cdot 15 = 15.$$



Фиг. 5. Схема простой волновой обмотки.

Первый частичный (удлиненный) шаг

$$y_1 = \frac{Z_p \mp b}{2p} = \frac{15 + 1}{4} = 4;$$

результрующий шаг и шаг по коллектору

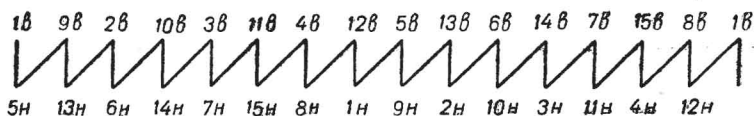
$$y_k = y = \frac{K \mp 1}{p} = \frac{15 + 1}{2} = 8;$$

второй частичный шаг

$$y_2 = y - y_1 = 8 - 4 = 4.$$

Схема обмотки приведена на фиг. 5 и построена следующим образом. Так как $y_1 = 4$, то от верхнего первого паза переходим к $1b + 4 = 5$, т. е. к пятому нижнему $5H$. Второй частичный шаг $y_2 = 4$, а поэтому от $5H$ переходим к $5 + 4 = 9$, т. е. к $9в$ и т. д. Шаг по коллектору $y_k = 8$, поэтому, если присоединить $1в$ к первой

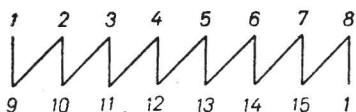
коллекторной пластине, нижняя секционная сторона 5н присоединится к $1 + 8 = 9$ коллекторной пластине. К этой же пластине присоединяется и начало 9в следующей секции.



Фиг. 6. Порядок соединения между собой секционных сторон обмотки.

Порядок соединения между собой секционных сторон обмотки приведен на фиг. 6. Порядок соединения секций с коллекторными пластинами приведен на фиг. 7.

6. Вычислить шаги, начертить развернутую схему, расставить полюсы и щетки и составить таблицу соединения секционных сторон простой волновой обмотки по данным, приведенным в табл. 4.



Фиг. 7. Порядок соединения секций с коллекторными пластинами.

7. По данным табл. 5 вычислить шаги, начертить развернутую схему, расставить полюсы и щетки, составить таблицу соединения секционных сторон обмотки и показать параллельные ветви, если обмотка сложная петлевая.

8. По данным табл. 6 вычислить шаги, начертить развернутую схему, расставить полюсы и щетки и составить таблицу соединения секционных сторон сложной волновой обмотки.

Таблица 4

Величины	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
S	19	18	21	23	—	26
K	—	18	21	23	25	26
N	—	—	—	—	34	—
p	2	2	2	2	3	3
ω_s	1	1	1	1	1	1
u	1	1	1	1	1	1

У к а з а н и е. При четном числе секций обмотка вычерчивается с одной мертвой секцией, при этом, рассчитывая шаги, принимают число секций на одну меньше.

9. Проверить симметричность обмотки по данным, приведенным в задаче 2.

Решение.

$$\frac{S}{a} = \frac{12!}{2} = 6 \text{ ц. ч.}; \quad \frac{2p}{a} = \frac{4}{2} = 2 \text{ ц. ч.};$$

$$\frac{Z_s}{a} = \frac{12}{2} = 6 \text{ ц. ч.}$$

Следовательно, обмотка симметрична.

Таблица 5

Величины	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
S	—	22	—	20	—	—
K	—	—	—	—	18	—
N	80	—	72	—	—	72
$2p$	4	4	4	4	4	4
w_s	1	1	1	1	1	2
u	2	1	2	1	1	1
m	2	2	2	2	2	2

Таблица 6

Величины	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
S	—	—	—	24	—	30
K	—	18	—	—	36	—
N	36	—	40	—	—	—
$2p$	4	4	4	4	4	6
w_s	1	1	1	1	1	1
u	1	1	1	1	2	1
m	2	2	2	2	2	2

10. Проверить симметричность обмотки по данным задач 3 и 6.

11. Определить шаг и число уравнильных соединений простой петлевой обмотки, у которой $2p = 6$, $K = 162$.

Решение. Шаг уравнильных соединений

$$y_n = \frac{S}{a} = \frac{K}{a} = \frac{162}{3} = 54.$$

Число точек, соединяемых одним уравнителем,

$$n_n = a = 3.$$

Принимая, что каждая третья пластина коллектора соединяется уравнителем, находим число коллекторных пластин, соединяемых уравнильными соединениями,

$$K_y = \frac{K}{3} = \frac{162}{3} = 54.$$

Число уравнильных соединений

$$n_y = \frac{K_y}{n_n} = \frac{54}{3} = 18.$$

Между собой соединяются следующие коллекторные пластины: I уравнителем 1—55—109—1; II уравнителем 4—58—112—4; III уравнителем 7—61—115—7 и т. д.

12. Вычислить шаг уравнивателей первого рода и число точек равного потенциала для обмотки по данным задачи 4.

Решение 1-го варианта. Число точек равного потенциала, соединяемых одним уравнивателем,

$$n_n = a = 2.$$

Шаг уравнительного соединения

$$y_n = \frac{S}{a} = \frac{28}{2} = 14.$$

Следовательно, при полном числе уравнивателей между собой необходимо соединить секции 1 и 15 (1 + 14), 2 и 16 (2 + 14) и т. д., если уравнительные соединения выполняются со стороны, противоположной коллектору. При уравнителях со стороны коллектора между собой соединяются коллекторные пластины 1 и 15 (1 + 14), 2 и 16 (2 + 14) и т. д. На фиг. 3 показаны уравнительные соединения для секций 1—15 и 2—16.

13. Определить шаг уравнительных соединений и их распределение для сложной волновой обмотки, если число уравнительных соединений $n_y = 9$, а обмотка имеет следующие данные: $2p = 8$, $Z_p = 78$, $u = 3$, $m = 2$.

Решение. Число коллекторных пластин, соединяемых уравнивателями,

$$n_n = a = m = 2;$$

шаг уравнительного соединения

$$y_n = \frac{K}{a} = \frac{uZ_p}{a} = \frac{3 \cdot 78}{2} = 117.$$

Уравниатели будут отстоять друг от друга на расстоянии K_x пластин

$$K_x = \frac{Kn_n}{n_y} = \frac{uZ_p n_n}{n_y} = \frac{3 \cdot 78 \cdot 2}{9} = 52.$$

Распределение уравнительных соединений по коллекторным пластинам: I уравнитель 1—118—1; II уравнитель 53—170—53; III уравнитель 105—222—105; IV уравнитель 157—20—157; V уравнитель 209—72—209; VI уравнитель 7—124—7; VII уравнитель 59—176—59; VIII уравнитель 111—228—111; IX уравнитель 163—26—163.

14. Определить шаг уравнительных соединений и их распределение для обмоток по данным задачи 8, приняв число уравнивателей равным примерно $\frac{1}{3}$ от максимально возможного числа.

Решение 1-го варианта. Число коллекторных пластин на коллекторе

$$K = S = \frac{N}{2\omega_s} = \frac{36}{2 \cdot 1} = 18.$$

Число коллекторных пластин, соединяемых уравнивателями,

$$n_n = a = m = 2;$$

шаг уравнительного соединения

$$y_n = \frac{K}{a} = \frac{18}{2} = 9.$$

Наибольшее возможное число уравнителей составляет $\frac{K}{p} = \frac{18}{2} = 9$.
Число уравнителей принимаем

$$n_y = 9 \cdot \frac{1}{3} = 3.$$

Число коллекторных пластин, на которое отстоят уравнители,

$$K_x = \frac{Kn_n}{n_y} = \frac{18 \cdot 2}{3} = 12.$$

Распределение уравнительных соединений по коллекторным пластинам: I уравнитель 1—10—1; II уравнитель 13—4—13; III уравнитель 7—16—7.

Ответы к остальным вариантам: 2) $y_n = 9$; $n_y = 3$; $K = 12$; 3) $y_n = 10$; $n_y = 4$; $K = 10$; 4) $y_n = 12$; $n_y = 4$; $K = 12$; 5) $y_n = 18$; $n_y = 6$; $K = 12$; 6) $y_n = 15$; $n_y = 3$; $K = 10$.

§ 2. Э. Д. С. И ВРАЩАЮЩИЙ МОМЕНТ

15. Определить э. д. с. обмотки якоря машины постоянного тока по данным табл. 7.

Таблица 7

Величины	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Магнитный поток Φ , вб	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$6,84 \cdot 10^{-3}$	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$4,66 \cdot 10^{-3}$	$11,3 \cdot 10^{-3}$	$9,1 \cdot 10^{-3}$
Скорость вращения n , об/мин	3000	1600	1900	2400	2800	760	1000	800
Число секций S	156	133	126	105	130	325	153	237
Число витков в секции w_s	2	2	4	2	2	2	2	2
Число полюсов $2p$	2	4	4	2	2	6	4	6
Тип обмотки	Петлевая $a = 1$	Волновая $a = 1$	Петлевая $a = 2$	Волновая $a = 1$	Петлевая $a = 1$	Волновая $a = 1$	Волновая $a = 1$	Петлевая $a = 3$

Ответы: 1) 115 в; 2) 230 в; 3) 230 в; 4) 230 в; 5) 230 в; 6) 230 в; 7) 230 в; 8) 115 в.

16. Определить по данным задачи 15 э. д. с., которая индуцируется в одной секции обмотки.

Решение. Число секций в одной параллельной ветви $\frac{S}{2a}$, а э. д. с. в секции $e_s = \frac{E}{S} = \frac{2aE}{S}$. Так как $E = \frac{pN}{60a} n\Phi$, где $N = 2\omega_s \cdot S$, то

$$e_s = \frac{2a}{S} \cdot \frac{p2\omega_s S}{60a} n\Phi = \frac{4p\omega_s}{60} n\Phi.$$

Для первого варианта получаем

$$e_s = \frac{4 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3000 \cdot 3,7 \cdot 10^{-3}}{60} = 1,48 \text{ в.}$$

17. У четырехполюсного генератора коллектор состоит из K пластин. Шаг по коллектору y_k , а обмотка якоря имеет ω_s витков в секции. Определить по данным табл. 8 э. д. с. генератора, если якорь вращается со скоростью n в магнитном потоке Φ .

Таблица 8

Величины	Варианты			
	1	2	3	4
K	93	183	148	147
ω_s	6	1	1	1
y_k	47	91	73	73
$n, \text{ об/мин}$	1750	1470	1470	1450
$\Phi, \text{ мкс}$	$0,362 \cdot 10^6$	$2,8 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^6$	$3,4 \cdot 10^6$

Решение 1-го варианта. Так как шаг по коллектору $y_k = 47$, следовательно, обмотка волновая и число пар параллельных ветвей

$$a = |K - y_k| = |93 - 47 \cdot 2| = -1$$

т. е. обмотка простая волновая.

Число проводников

$$N = 2\omega_s K = 2 \cdot 6 \cdot 93 = 1116.$$

Э. д. с. генератора

$$E = \frac{Np}{60a} \Phi n = \frac{1116 \cdot 2 \cdot 0,362 \cdot 10^6 \cdot 10^{-8} \cdot 1750}{60 \cdot 1} = 236 \text{ в.}$$

18. Определить э. д. с. якоря для машин постоянного тока, данные о которых приведены в табл. 9.

Ответы: 1) 200 в; 2) 206 в; 3) 212 в; 4) 214 в.

19. Генератор постоянного тока параллельного возбуждения мощностью P_n , напряжением U_n и скоростью вращения n_n имеет сопротивление обмотки якоря r_a и обмотки возбуждения r_v . Определить по данным табл. 10 магнитный поток Φ , электромагнитный вращающий момент при номинальном режиме M и сопротивление одной параллельной ветви обмотки якоря $r_{я1}$. Падением напряжения в контакте щеток пренебречь.

Таблица 9

Величины	Варианты			
	1	2	3	4
Z_p	31	35	46	36
ω_s	2	2	1	1
u	5	3	6	6
$2p$	4	4	4	4
$2a$	2	2	8	8
Φ , мкс	$1,41 \cdot 10^6$	$2,45 \cdot 10^6$	$9,7 \cdot 10^6$	$9,9 \cdot 10^6$
n , об/мин	685	600	475	600

Таблица 10

Величины	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
P_H , квт	16,5	27	63	80	100	130
U_H , в	115	230	115	230	230	460
n_H , об/мин	1460	1460	970	970	975	975
$r_{я}$, ом	0,0424	0,1014	0,0027	0,0159	0,019	0,05
r_{σ} , ом	20,6	76,8	14,0	48,8	48,8	139,2
N	246	516	300	250	250	378
$2p$	4	4	4	4	4	4
$2a$	2	2	4	2	2	2

Примечание. Здесь и в дальнейшем сопротивления даны, если нет указания, при рабочей температуре.

Решение 1-го варианта. Ток якоря генератора

$$I_{яч} = I_H + i_{\sigma} = \frac{P_H}{U_H} + \frac{U_H}{r_{\sigma}} = \frac{16,5 \cdot 10^3}{115} + \frac{115}{20,6} = 149 \text{ а.}$$

Э. д. с. генератора

$$E = U_H + I_{яч} r_{я} = 115 + 149 \cdot 0,0424 = 121,3 \text{ в.}$$

Магнитный поток

$$\Phi = \frac{60aE}{\pi n_H N} = \frac{60 \cdot 1 \cdot 121,3}{2 \cdot 1460 \cdot 246} = 0,0105 \text{ вб.}$$

Сопротивление одной параллельной ветви обмотки якоря

$$r_{я1} = 2ar_{я} = 2 \cdot 1 \cdot 0,0424 = 0,0848 \text{ ом.}$$

Электромагнитный вращающий момент, являющийся для генератора тормозным, определяем по одному из выражений

$$M = \frac{Np}{2\pi a \cdot 9,81} \Phi I_{я} = \frac{246 \cdot 2 \cdot 0,0105 \cdot 149}{2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 9,81} = 12 \text{ кгм}$$

или

$$M = \frac{EI_{\text{я}}}{2\pi \frac{n}{60} \cdot 9,81} = \frac{121,3 \cdot 149}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1460}{60} \cdot 9,81} = 12 \text{ кГм.}$$

20. Двухполюсный генератор параллельного возбуждения имеет якорь с числом проводников $N = 250$ и числом параллельных ветвей $2a = 2$. Магнитный поток $\Phi = 2,19 \cdot 10^6$ мкс. Скорость вращения якоря $n = 1250$ об/мин. Определить напряжение на зажимах генератора и электромагнитный тормозной момент, если $r_{\text{я}} = 0,128$ ом при токе нагрузки $I = 30$ а. Ток в обмотке возбуждения $i_{\text{в}} = 1,5$ а.

Ответ: $U = 110$ в; $M = 2,8$ кГм.

21. Определить э. д. с. генераторов независимого возбуждения, данные которых приведены в табл. 11, приняв падение напряжения в контакте щеток $\Delta U_{\text{щ}} = 2$ в.

Ответ к 1-му варианту: $E = 769$ в.

Таблица 11

Величины	Варианты		
	1	2	3
Мощность на зажимах P_2 , кВт	4250	2200	1200
Напряжение U , в	750	750	750
Сопротивление обмоток:			
якоря $r_{\text{я}}$, ом	0,0025	0,00377	0,00605
добавочных полюсов $r_{\text{д}}$, ом	0,000134	0,000455	0,0011
компенсационной $r_{\text{к}}$, ом	0,000525	0,00152	0,0027

22. Генератор независимого возбуждения, имеющий сопротивление обмотки якоря $0,0367$ ом, нагружен внешним сопротивлением $0,407$ ом. Напряжение на зажимах генератора равно 230 в. Определить э. д. с. генератора и ток якоря. Падением напряжения в контакте щеток пренебречь.

Ответ: $E = 250,7$ в; $I_{\text{я}} = 565$ а.

23. Определить номинальную электромагнитную мощность по данным задачи 19.

Решение 1-го варианта. Электромагнитную мощность определяем по одному из выражений:

$$P_{\text{м}} = EI_{\text{я}} = 121,3 \cdot 149 = 18000 \text{ вт} = 18 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{м}} = 9,81 M 2\pi \frac{n}{60} = \frac{9,81 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1460}{60} = 18000 \text{ вт.}$$

24. Определить электромагнитную мощность при токе нагрузки $I = 30$ а по данным задачи 20.

Ответ: $P_{\text{м}} = 3,6$ кВт.

25. Четырехполюсный двигатель при напряжении на зажимах $U = 220$ в развивает электромагнитный вращающий момент M при