



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1374350** **A1**

(51) 4 Н 02 К 13/14, 23/26

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3882356/31-07.

(22) 10.04.85

(46) 15.02.88. Бюл. № 6

(71) Львовский политехнический институт им. Ленинского комсомола

(72) В.Д.Завгородний и Ю.И.Чучман

(53) 621.313.2(088.8)

(56) Патент США № 4183556, кл. 310-154, 1980.

Патент США № 4315178, кл. 310-154, 1980.

Авторское свидетельство СССР № 1121750, кл. Н 02 К 13/14, 1984.

(54) МНОГОПОЛОСНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА ПОСТОЯННОГО ТОКА

(57) Изобретение относится к области электромашиностроения. Целью изобретения является расширение области применения за счет увеличения числа параллельных ветвей обмотки якоря. Обмотка содержит индуктор с r -м парами полюсов, якорь с замкнутой обмоткой, состоящей из секций, коллектор с пластинами, соединенными пере-

мычками. Начала секций с номерами j подключены к группам коллекторных пластин с номерами $i = 1 + aF_2 (a/s [ak_1 + j - 1] d/dy)$, а концы секций с номерами j подключены к группам коллекторных пластин $j = 1 + aF_2 (a/s [ak_2 + j - 1] d/dy)$, где $y = [ak_1 a]/p$; a - число пар параллельных ветвей обмотки якоря; $j = 1, 2, 3, \dots, a$ - номера секций обмотки якоря в порядке их расположения по расточке, начиная с произвольно взятой; $j_1 = 1, 2, 3, \dots, a$ - номера групп коллекторных пластин, определяемые по наименьшему номеру коллекторной пластины, входящей в данную группу, $i(j_1) = 1 + aF_2 (1 - 1)/s$; $1 = 1, 2, 3, \dots, k = m/s$ - номера коллекторных пластин в порядке их расположения по расточке коллектора при обходе в том же направлении, что и при нумерации секций якоря, начиная с произвольно взятой; k_1, k_2, k_3 - целые положительные числа, включая нуль; F_2 - оператор выделения дробной части смешанной дроби. 3 ил., 5 табл.

№ SU (11) 1374350 A1

Изобретение относится к электро-
машиностроению и может быть исполь-
зовано в моментных двигателях больших
диаметров дискового или цилиндричес-
кого исполнения, предназначенных для
привода крупногабаритных опорно-пово-
ротных устройств и платформ, с повы-
шенными требованиями к стабильности
частоты вращения в пределах одного
оборота.

Цель изобретения — расширение об-
ласти применения машины за счет уве-
личения числа параллельных ветвей об-
мотки якоря, позволяющих согласовать
параметры машины с параметрами источ-
ника питания.

На фиг. 1 приведена принципиальная
схема предлагаемой многополюсной ма-
шины постоянного тока с $p=18$ и $a=25$,
на которой показано подсоединение
части секций и токопроводящих пере-
мычек к коллектору для случая, когда
 $d=3$, $m=6$, $a=2$, и $k=m \cdot s=6 \cdot 25=150$, а
также расстановка $d=3$ пар разнополяр-
ных щеток (подсоединение остальных
секций и токопроводящих пере-
мычек к коллектору не показано; на фиг. 2 —
электрическая схема машины по фиг. 1
(для удобства чтения схемы пластины
коллектора, входящие в одну группу
и соединенные друг с другом токопро-
водящими пере-
мычками, размещены в од-
ну строку, а секции якорной обмотки
размещены не в реальном порядке их
расположения на якоре, приведенном
на фиг. 1, а в порядке подсоединения
начал секций к группам коллекторных
пластин); на фиг. 3 — пример выполне-
ния электрической схемы машины с
 $p=18$ и $s=25$ (фиг. 1), для которой
 $d=2$, $m=9$, $a=3$, и $k=m \cdot s=9 \cdot 25=225$ (для
удобства чтения схемы пластины кол-
лектора, входящие в одну группу, раз-
мещены в одну строку, а секции якор-
ной обмотки расположены в порядке
подсоединения их начал к группам кол-
лекторных пластин).

Электрическая машина состоит из
индуктора с $2p$ полюсами 1 чередую-
щейся полярности, якоря 2, обмотка
которого выполнена из равномерно рас-
положенных по его окружности секций
3, обозначенных на фиг. 1, 2 и 3 но-
мерами 1с-25с, при этом номера 1с-25с
присвоены секциям 3 в порядке их рас-
положения по окружности якоря 2, на-
чиная с любой произвольно взятой,
коллектора 4, состоящего из $k=m \cdot s$

пластин, которым на фиг. 1 и 2 присво-
ены номера 1к-150к, а на фиг. 3 —
1к-225к, при этом номера присвоены
пластинам коллектора 4 в порядке их
расположения по окружности коллекто-
ра 4 при обходе его в том же направ-
лении, что и при нумерации секций 3
якоря, начиная с произвольно взятой
пластины коллектора 4, токопроводящих
перемычек 5, объединяющих пластины
коллектора 4 в группы по m коллек-
торных пластин и в каждой группе, при
этом токопроводящие пере-
мычки 5 ус-
тановлены таким образом, что каждая
из них соединяет пластины 1к-225к,
смещенные друг относительно друга на
в последовательно расположенных пластин,
например, как показано на фиг. 1,
токопроводящие пере-
мычки 5 соединяют
пластины 27к и 52к ($52-27=25=a$), 35к и
60к, 52к и 77к и т.д. и разнополяр-
ных щеток 6 и 7, подключенных к то-
косборным шинам 8 и 9. Обязательным
для реализации предлагаемой машины
является выполнение условия выбора
числа пар полюсов 1 индуктора таким
образом, что оно имеет как минимум
два делителя m и d , не равных едини-
це, и $p=m \cdot d$. На фиг. 1 показана маши-
на, имеющая $p=18$, которая может быть
реализована в исполнениях, приведен-
ных в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Делители	Исполнение			
	1	2	3	4
m	6	3	9	2
d	3	6	2	9

В зависимости от принятого испол-
нения коллектор 4 имеет различное
число пластин: в первом исполнении
 $k=m \cdot s=6 \cdot 25=150$, во втором $k=75$,
в третьем $k=225$, в четвертом $k=50$.
Пластины с помощью токопроводящих
перемычек 5 объединены в $a=25$ групп,
которым присвоены номера $i(j)$, опре-
деляемые по наименьшим номерам пластин,
входящих в данную группу. При-
надлежность пластины с номером 1 к
группе пластин с номером $i(j)$ опре-
деляется следующим образом: пластины

1=32k входит в группу $i(2) = 1 +$

$$+ 8 \cdot F_2 \left(\frac{1-1}{8} \right) = 1 + 25 F_2 \left(\frac{32-1}{25} \right) = 1 + 25 F_2 \left(\frac{6}{25} \right) =$$

$$= 1 + 6 = 7.$$

5

Для машины по фиг.1 и 2, у которой $k=150$ (исполнение 1), группы образуются пластинами 1k-150k коллектора 4, приведенными в табл.2./

Т а б л и ц а 2

Группы коллекторных пластин для схемы обмотки, показанной на фиг.1 и 2

Группа с номером $i(2)$	Коллекторные пластины с номером					
	1	2				
1	1	26	51	76	101	126
2	2	27	52	77	102	127
3	3	28	53	78	103	128
4	4	29	54	79	103	129
5	5	30	55	80	105	130
6	6	31	56	81	106	131
7	7	32	57	82	107	132
8	8	33	58	83	108	133
9	9	34	59	84	109	134
10	10	35	60	85	110	135
11	11	36	61	86	111	136
12	12	37	62	87	112	137
13	13	38	63	88	113	138
14	14	39	64	89	114	139
15	15	40	65	90	115	140
16	16	41	66	91	116	141
17	17	42	67	92	117	142
18	18	43	68	93	118	143
19	19	44	69	24	119	144
20	20	45	70	95	120	145
21	21	46	71	96	121	146

1	2					
22	22	47	72	97	122	147
23	23	48	73	98	123	148
24	24	49	74	99	124	149
25	25	50	75	100	125	150

П р и м е ч а н и е. Буквенные обозначения (к)
у номеров пластин опущены.

Для машины по фиг. 3, у которой ются пластинами 1к-225к коллектора
к-225 (исполнение 3), группы образуются 20 4, приведенными в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Группы коллекторных пластин для схемы обмотки,
показанной на фиг. 3.

Группа с номе- ром i (3)	Коллекторные пластины с номером								
	1	2							
1	1	26	51	76	101	126	151	176	201
2	2	27	52	77	102	127	152	177	202
3	3	28	53	78	103	128	153	178	203
4	4	29	54	79	104	129	154	179	204
5	5	30	55	80	105	130	155	180	205
6	6	31	56	81	106	131	156	181	206
7	7	32	57	82	107	132	157	182	207
8	8	33	58	83	108	133	158	183	208
9	9	34	59	84	109	134	159	184	209
10	10	35	60	85	110	135	160	185	210
11	11	36	61	86	111	136	161	186	211
12	12	37	62	87	112	137	162	187	212
13	13	38	63	88	113	138	163	188	213
14	14	39	64	89	114	139	164	189	214

1	2								
15	15	40	65	90	115	140	165	190	215
16	16	41	66	91	116	141	166	191	216
17	17	42	67	92	117	142	167	192	217
18	18	43	68	93	118	143	168	193	218
19	19	44	69	94	119	144	169	194	219
20	20	45	70	95	120	145	170	195	220
21	21	46	71	96	121	146	171	196	221
22	22	47	72	97	122	147	172	197	222
23	23	48	73	98	123	148	173	198	223
24	24	49	74	99	124	149	174	199	224
25	25	50	75	100	125	150	175	200	225

Секции 1с-25с обмотки якоря 2 подключены к коллектору 4 следующим образом. Начала секций 1с-25с с порядковыми номерами $j=1, 2, 3, \dots, s=25$ подключены к группам коллекторных пластин с номерами i , например для машины показанной на фиг. 1 и 2 (исполнение 1), в случае, когда число пар параллельных ветвей $a=2$, начало секции с номером $j=2$ подсоединено к группе коллекторных пластин с номером

$$i = 1 + s \cdot F_2 \left(\frac{a}{8} \left[\frac{sk_1 + j - 1}{dy} \right] \right) =$$

$$= 1 + 25 F_2 \left(\frac{2}{25} \left[\frac{25 \cdot 29 + 2 - 1}{3 \cdot 11} \right] \right) = 1 + 25 F_2 \left(\frac{2 \cdot 22}{25} \right) = 45$$

$$= 1 + 25 F_2 \left(1 \frac{19}{25} \right) = 1 + 19 = 20,$$

где

$$y = \frac{sk_1 + a}{p} = \frac{25 \cdot 8 - 2}{18} = 11;$$

k_1 - принято равным 8, так как 8 является наименьшим числом, обеспечивающим выполнение условия, что y должно быть равно целому числу;

k_2 - принято равным 29, так как 29 является наименьшим числом,

обеспечивающим выполнение условия, что число в квадратных скобках должно быть целым положительным числом.

Концы секций 1с-25с с порядковыми номерами $j=1, 2, 3, \dots, s=25$ подключены к группам коллекторных пластин с номерами λ , например, для рассмотренного примера с секцией с номером $j=2$, ее конец подключен к группе коллекторных пластин с номером

$$\lambda = 1 + s \cdot F_2 \left(\frac{a}{8} \left[\frac{sk_2 + j + y - 1}{dy} \right] \right) = 1 + 25 \cdot$$

$$\cdot F_2 \left(\frac{2}{25} \left[\frac{25 \cdot 18 + 2 + 11 - 1}{3 \cdot 11} \right] \right) = 1 + 25 \cdot F_2 \left(\frac{2}{25} \cdot 14 \right) =$$

$$= 1 + 25 \cdot F_2 \left(1 \frac{3}{25} \right) = 1 + 3 = 4,$$

где k_2 принято равным 18, так как 18 является наименьшим числом, обеспечивающим выполнение условия, что число в квадратных скобках равно целому положительному числу.

Для машины с $a=2$, схемы которой показаны на фиг. 1 и 2 (исполнение 1), в табл. 4 приведены порядок подсоединения секций 3 с номерами j (1с-25с) к группам коллекторных пластин $1k-150k$ и величины чисел k_1 и k_2 , при которых определены номера групп i и λ .

Т а б л и ц а 4

Порядок подсоединения секций к группам коллекторных пластин для схемы обмотки якоря, показанной на фиг. 2

Номер секций	Начало i-й секции подсоединено к группе коллекторных пластин 1 при значениях k_1		Конец i-й секции подсоединен к группе пластин 2 при значениях k_2	
	1	k_1	2	k_2
1	1	0	10	22
2	20	29	4	18
3	14	25	23	14
4	8	21	17	10
5	2	17	11	6
6	21	13	5	2
7	15	9	24	31
8	9	5	18	27
9	3	1	12	23
10	22	30	6	19
11	16	26	25	15
12	10	22	19	11
13	4	18	13	7
14	23	14	7	3
15	17	10	1	32
16	11	6	20	28
17	5	2	14	24
18	24	31	8	20
19	18	27	2	16
20	12	23	21	12
21	6	19	15	8
22	25	15	9	4
23	19	11	3	0

Продолжение табл. 4

Номер секции j	Начало i-й секции подсоединено к груп- пе коллекторных пластин i при значениях k ₁		Конец i-й секции подсоединен к груп- пе пластин j при значениях k ₂	
	i	k ₁	j	k ₂
24	13	7	22	29
25	7	3	16	25

Для машины с $a=3$, схема которой показана на фиг.3 (исполнение 3), в табл.5, приведены порядок подсоединения секций 3 с номерами j (1с-25с) к

группам коллекторных пластин $1k-150k$ и величины чисел k_1 и k_2 , при которых определены номера групп i и j.

Т а б л и ц а 5

Порядок подсоединения секций к группам коллекторных пластин для схемы обмотки якоря, показанной на фиг.3.

Номер секции j	Начало i-й секции подсоединен к груп- пе коллекторных пластин i при значе- ниях, k ₁		Конец i-й секции подсоединен к груп- пе пластин j при значениях k ₂	
	i	k ₁	j	k ₂
1	1	0	15	4
2	17	7	6	3
3	8	6	22	2
4	24	5	13	1
5	15	4	4	0
6	6	3	20	7
7	22	2	11	6
8	13	1	2	5
9	4	0;8	18	4
10	20	7	9	3
11	11	6	25	2

Номер секции j	Начало i-й секции подсоединен к груп- пе коллекторных пластин i при значе- ниях k_1		Конец i-й секции подсоединен к груп- пе пластин j при значениях k_2	
	i	k_1	j	k_2
12	2	5	16	1
13	18	4	7	0;8
14	9	3	23	7
15	25	2	14	6
16	16	1	5	5
17	7	0;8	21	4
18	23	7	12	3
19	14	6	3	2
20	5	5	19	1
21	21	4	10	0
22	12	3	1	7
23	3	2	17	6
24	19	1	8	5
25	10	0	24	4

На фиг.1-3 показаны электрические
схемы предлагаемой машины для случая,
когда в них установлено d пар щеток
6 и 7 (на фиг.1 и 2 d=3, на фиг.3
d=2).

Машина работоспособна при установ-
ке одной пары разнополярных щеток 6
и 7, необходимость установки дополни-
тельных щеток (сверх d пар) определя-
ется исходя из условия обеспечения
заданной плотности тока под щетками,
а также повышения надежности щеточ-
но-коллекторного узла и машины в це-
лом путем резервирования щеток 6 и 7.

При подаче нагружения на токо-
сборные шины 8 и 9 машины, схемы

которой показаны на фиг.1 и 2, ток
протекает по следующей цепи: токо-
сборная шина 9, щетки 7, пластины
коллектора 4 с номерами 129k, 137k,
138k и 146k, четыре параллельные вет-
ви обмотки (2a=4), первая из которых
состоит из секций 3 с номерами j =
= 25с, 14с, 3с, 17с и 6с, вторая -
из секций 18с, 7с, 21с, 10с, 24с, третья -
из секций 2с, 16с, 5с, 19с и 8с, чет-
вертая - из секций 9с, 23с, 12с, 1с
и 15с, пластины коллектора 4 с номе-
рами 133k, 134k, 142k и 150k, щетки
6, токосборная шина 8. Секции 3 с но-
мерами 11с, 4с, 22с, 20с и 13с зако-
рочены щетками 6 и 7 и находятся в
состоянии коммутации.

Ток, проходящий по секциям 3 якоря 2, взаимодействует с магнитным потоком, создаваемым магнитами, и приводит якорь 2 во вращение. При повороте якоря 2 на одно коллекторное деление в направлении, показанном на фиг. 1 и 2 стрелками, структура параллельных ветвей обмотки изменяется и в режиме коммутации оказываются 10 секции 3 с номерами $j=7с, 9с, 16с, 18с$ и $25с$, а параллельные ветви состоят из секций 3 с номерами j : первая — $14с, 3с, 17с, 6с$ и $20с$; вторая — $21с, 10с, 24с, 13с$ и $2с$; третья 15 $5с, 19с, 8с, 11с$ и $22с$; четвертая — $23с, 12с, 1с, 15с$ и $4с$.

При выполнении машины по схеме на фиг. 3 при подаче напряжения на токосборные шины 8 и 9 ток протекает по следующей цепи: токосборная шина 9, щетки 7, пластины коллектора 4 с номерами $204к, 205к$ и $217к$, шесть параллельных ветвей обмотки ($2а=6$), первая из которых состоит из секций 3 с номерами $j=2с, 6с, 10с$ и $14с$, вторая — из секций $23с, 19с, 15с$ и $11с$, третья — из секций $20с, 24с, 3с$ и $7с$, четвертая — из секций $12с, 8с, 4с$ и $25с$, пятая — из секций $9с, 13с, 17с$ и $21с$, шестая — из секций $5с, 1с, 22с$ и $18с$, пластины коллектора 4 с номерами $210к, 211к$ и $223к$, щетки 6, токосборная шина 8. Секция с номером $16с$ закорочена щетками 7 и находится в состоянии коммутации.

Функционирование предлагаемой многополюсной электрической машины в качестве двигателя постоянного тока обеспечивается тем, что при подсоединении секций обмотки якоря к пластинам коллектора на пластинах коллектора при вращении якоря в магнитном поле полюсов индуктора возникает стоячая волна электрического потенциала с числом периодов, равным числу пар полюсов p . При установке щеток по геометрическим нейтралам между разнополярными щетками возникает постоянная противоЭДС якоря, уравновешивающая приложенное к щеткам двигателя постоянное напряжение питания.

Предлагаемая машина, изготовленная из тех же конструктивных элементов, что и известная, может быть выполнена с числом пар параллельных ветвей $a=2, 3, 4, \dots$, что снимает ряд ограничений конструктивного и техно-

логического характера и расширяет область ее применения. Одновременно возможность варьирования числа пар параллельных ветвей обмотки якоря 5 позволяет согласовывать внутренние параметры машины с параметрами источника питания (напряжение, ток и т.д.)

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Многополюсная электрическая машина постоянного тока, содержащая индуктор с $p = d \cdot m$ парами полюсов чередующейся полярности, якорь с замкнутой обмоткой, состоящей из равномерно расположенных по расточке якоря секций, число s которых не имеет общих делителей с числом пар полюсов p , и коллектор с числом коллекторных пластин $k=m \cdot s$, соединенных между собой токоподводящими переключками с шагом по коллектору, равным s , от- 20 личающаяся тем, что, с целью расширения области применения за счет увеличения числа параллельных ветвей обмотки якоря, позволяющих согласовать параметры машины с параметрами источника питания, начало секции с номером j подключено к группе коллекторных пластин с номером

$$i = 1 + s \cdot E_2 \left(\frac{a}{s} \left[\frac{sk_1 + j - 1}{d \cdot y} \right] \right),$$

а конец этой секции подключен к группе 35 коллекторных пластин с номером

$$j = 1 + s \cdot E_2 \left(\frac{a}{s} \left[\frac{sk_1 + j + y - 1}{d \cdot y} \right] \right),$$

40 где d и m — любое целое положительное число, не равное единице;

$$y = \left[\frac{sk_1 + a}{p} \right];$$

45 a — число пар параллельных ветвей обмотки якоря;

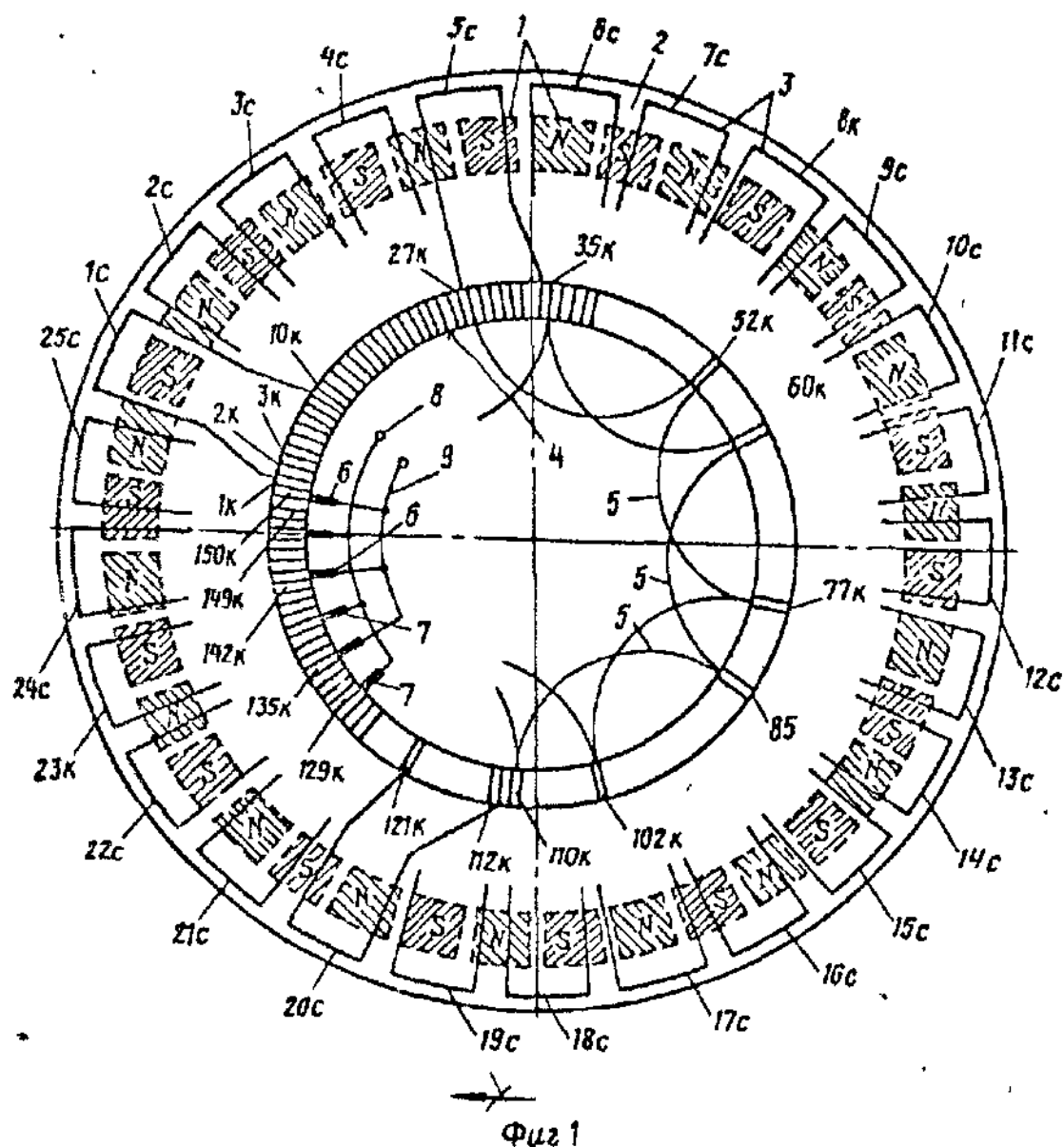
$j = 1, 2, 3, \dots, s$ — номера секций обмотки якоря в порядке их расположения по расточке якоря, начиная с произвольно взятой;

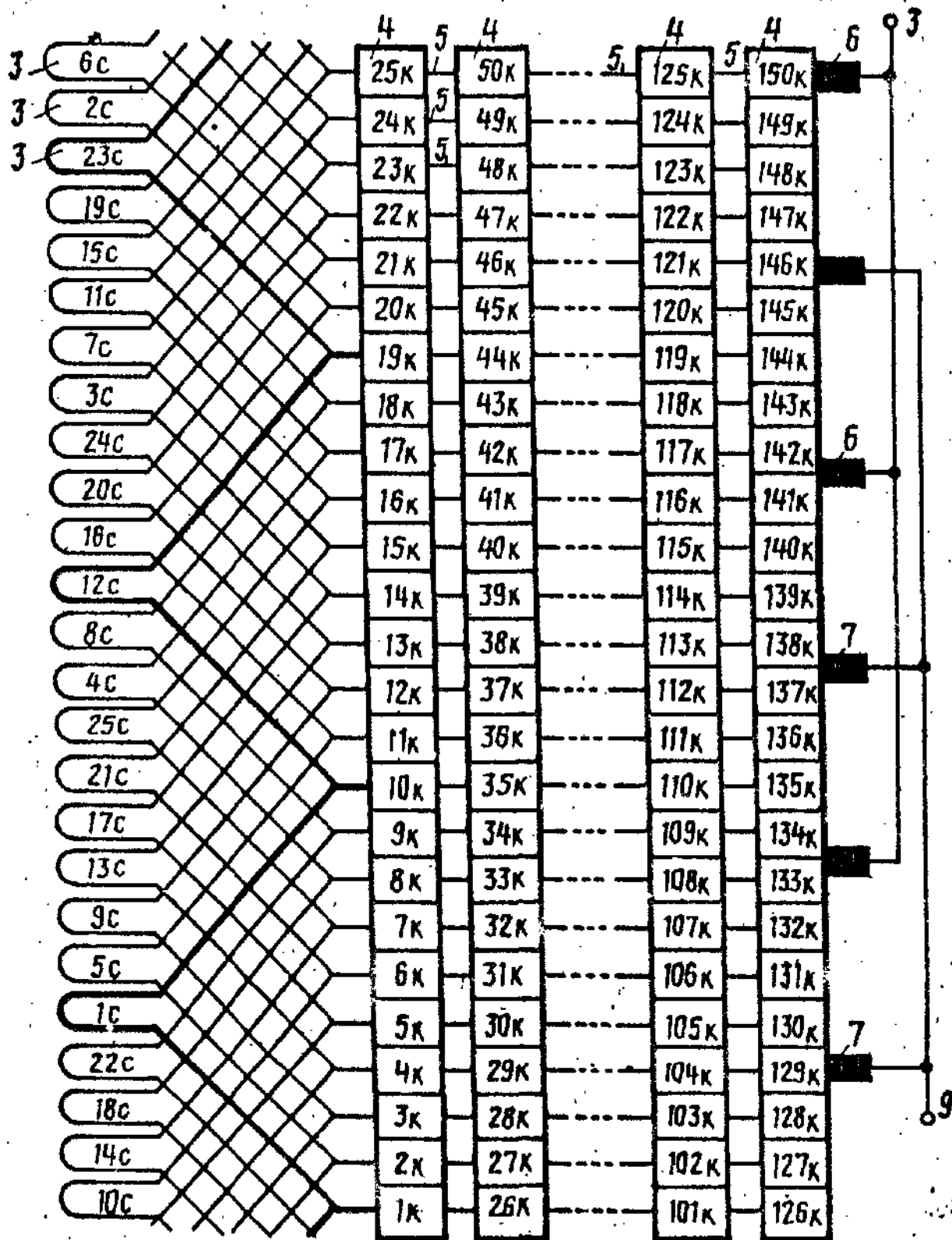
50 $s, i = 1, 2, 3, \dots, s$ — номера групп коллекторных пластин, определяемые по наименьшему номеру коллекторной пластины, входящей в данную группу

$$i(j) = 1 + s \cdot E_2 \left(\frac{j-1}{s} \right);$$

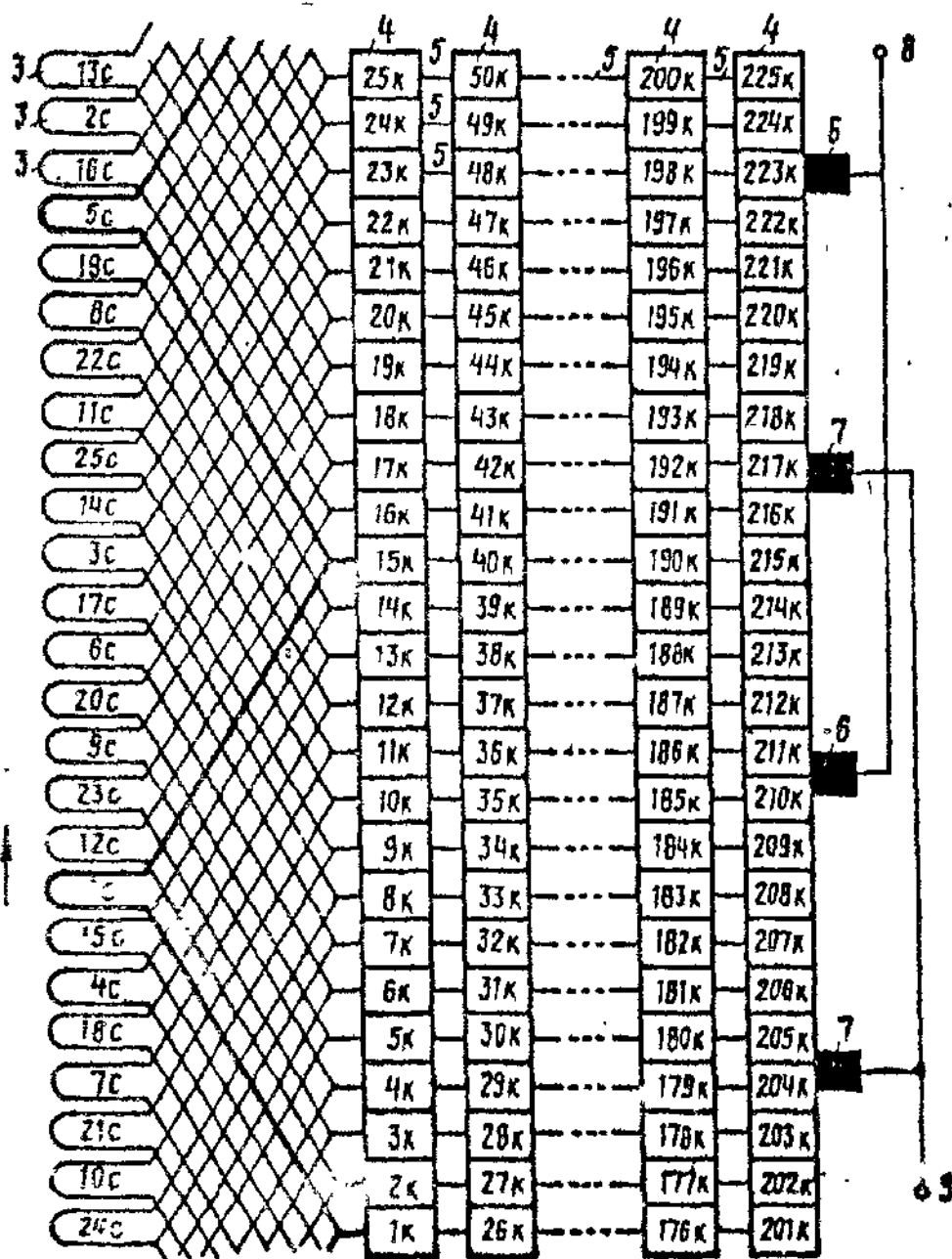
1 = 1, 2, 3, ..., k-ms - номера коллекторных пластин в порядке их расположения по расточке коллектора при обходе его в том же направлении, что и при нумерации секций якоря, начиная с произвольно взятой;

k_1, k_2 - целые положительные числа, включая нуль, обеспечивающие выполнение условия, что выражения, заключенные в квадратные скобки, равны целым положительным числам;
 E_2 - оператор выделения дробной части смешанной дроби.





Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор А.Огар Составитель А.Кецарис Техред М.Дидык Корректор М.Максимишинцев

Заказ 613/51 Тираж 665 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4