

3/ poszuki częściowe były liczbami nieparzystymi.

4/ liczba działek komutatora i poskok komutatorowy nie miały wspólnego dzielnika; gdy te liczby mają wspólny dzielnik np.  $m$  - otrzymujemy wtedy uzwojenie wielokrotne  $m$  - krotnie zamknięte.

#### 4. Uzwojenie pętlicowe.

Z pośród uzwojeń pętlicowych rozróżniamy uzwojenie równoległe proste  $/a=p/$  oraz równoległe wielokrotne  $/a=mp/$ .

Uzwojenie równoległe proste

Poskok całkowity uzwojenia równoległego przedstawia sobą różnicę dwóch poskoków częściowych lub inaczej algebraiczną ich sumę i jest zawsze równy:

$$y = y_1 - y_2 = \pm 2$$

/20/

Poskok komutatorowy:

$$y_k = \frac{y}{p} = \pm 1$$

/21/

Poszuki częściowe określamy za pomocą następujących wzorów:

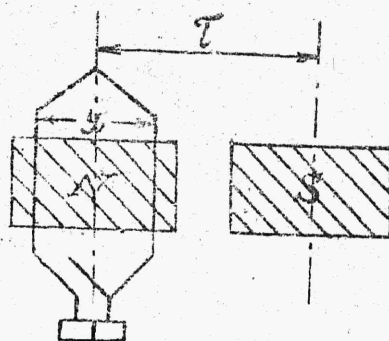
$$y_1 = \frac{a \pm b}{2p}$$

$$y_2 = \frac{a \pm b}{2p} \pm 2$$

/22/

gdzie  $S$  - liczba wszystkich przewodników /lub boków zwojnic o ile  $U_p > 1$ / twornika,  $b$  - dowolna liczba parzysta, możliwie zbliżona do zera i wpływająca tak na poskok  $y$ , aby ten był liczbą całkowitą i nieparzystą,  $p$  - liczba par biegunów.

Wybierając na " $b$ " liczbę możliwie zbliżoną do zera otrzymujemy poskok niewiele różniący się od podziałki biegunowej; gdy  $b=0$  otrzymamy uzwojenie z poskokiem  $p$  e d n y m, w którym to uzwojeniu tylny poskok częściowy zawiera liczbę przewodników  $\frac{S}{2p}$  umieszczonych na obwodzie twornika na przestrzeni jednej podziałki biegunowej.



Rys. 37.

Przy dużych wartościach liczby " $b$ " otrzymujemy uzwojenie z poskokiem skróconym /gdy w równaniu 22 uwzględnimy znak minus/ lub

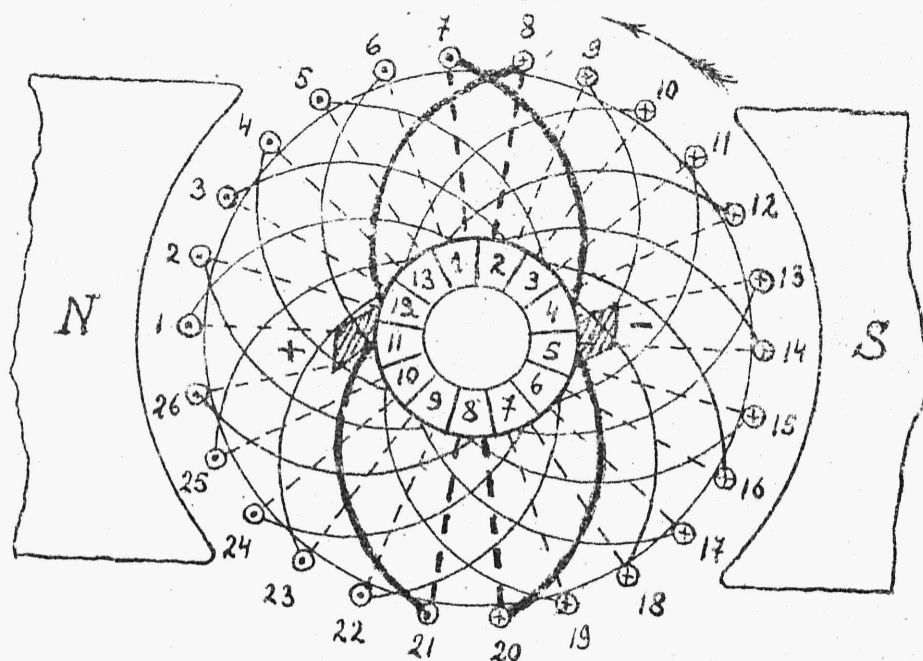
w y d ł u ż o n y m /gdy uwzględnimy znak plus/. Uzwojenia te używa się stosunkowo rzadko ze względu na liczne wady, np. siły elektromotoryczne, indukowane w przewodnikach niektórych sekcji, przy pewnych ich położeniach, odejmują się, jak wskazuje rys.37, wskutek czego zmniejsza się całkowita siła elektromotoryczna w równoległym rozgałęzieniu twornika; oprócz tego posiadają one zbyt

szeroki pas komutacyjny, co wymaga bardzo szerokich biegunów zwrotnych /patrz rozdział VI/.

Na rys.38, pokazane jest dwubiegunowe, pętlicowe uzwojenie z poskokiem pełnym i następującymi danymi:

$$S = 26, \quad p = 1, \quad L = 0, \quad K = 13,$$

$$y_1 = \frac{26}{2} = 13, \quad y_2 = 13 - 2 = 11.$$



Rys. 38.

W tym uzwojeniu przewodnik Nr.1 jest połączony od strony tylnej z przewodnikiem  $1 + y_1 = 1 + 13 = 14$ , przewodnik Nr.14 jest połączony od strony przedniej z przewodnikiem  $14 - y_2 = 14 - 11 = 3$ , przewodnik Nr.3 łączy się z przewodnikiem  $3 + 13 = 16$ , przewodnik Nr.16

2. 16 - 11 = 5 i t.d.

Dwie gałęzie równoległe twornika, dla położenia pokazanego na rys. 38, będą następujące:

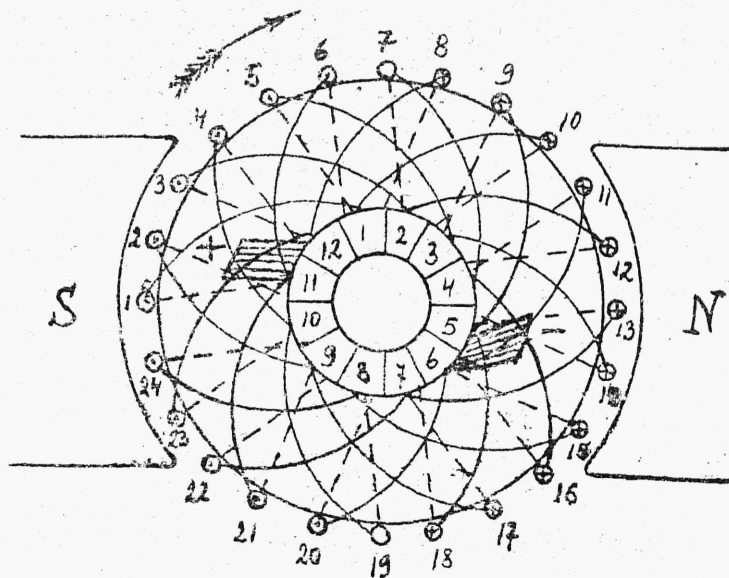
wyc.kom. 11- / -6-19-4-17-2-15-26-13-24-11-22-9- \ -5 wyc.kom.  
wyc.kom. 12- \ ---23-10-25-18-1-14-3-16-5-18--- / -4 wyc.kom.

Dwie szwojnice 7 - 20 i 8 - 21 są zwarte przez szczotki.

Na rys. 39, pokazane jest pętlicowe uzwojenie z niewielkim skróconym poskokiem; dane tego uzwojenia:

$$S = 24, \quad K = 12, \quad p = 1, \quad b = 2,$$

$$y_1 = \frac{S \pm b}{2p} = \frac{24 - 2}{2} = 11. \quad y_2 = 11 - 2 = 9.$$



Rys. 39.

Należy zauważyć, że między dwoma sąsiednimi sekcjami uzwojenia bębnowego różnica potencjałów może osią-

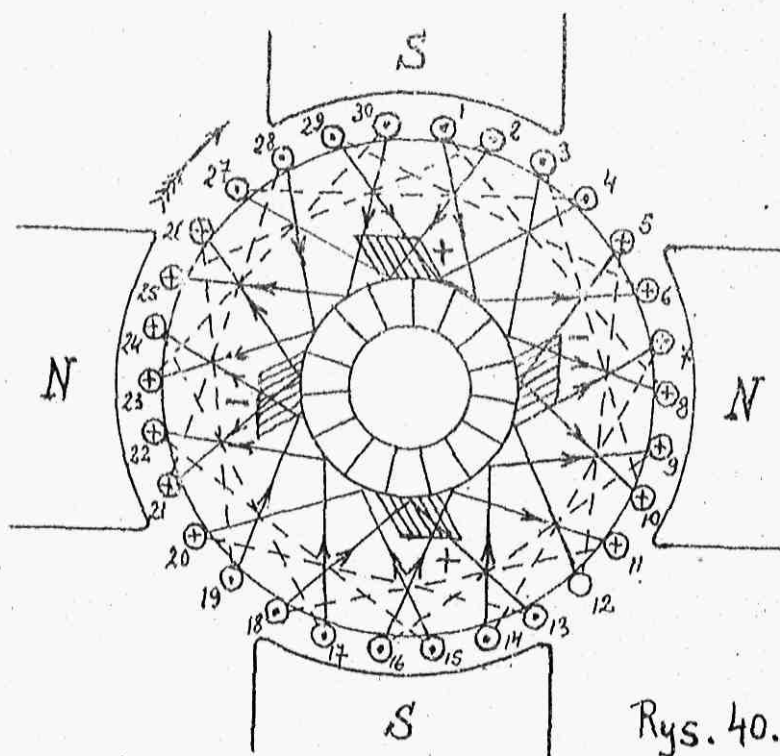
gnąć wielkość pełnego napięcia maszyny. Np. na rys.38 między sąsiednimi przewodnikami 7 i 8 otrzymujemy pełne napięcie, dlatego do tych przewodników dotykają szczotki różnoimienne.

Na rys.40 widzimy przykład uzwojenia pętlicowego 4-ro biegunowego z danymi:

$$S = 30, \quad K = 15, \quad p = 2, \quad b = 2,$$

$$y_1 = \frac{30-2}{4} = 7,$$

$$y_2 = 7 - 2 = 5,$$



Rys. 40.

W tym uzwojeniu koniecznym jest połączyć przewódnik 1 z  $1 + 7 = 8$ , 8 z  $8 - 5 = 3$ , 3 z  $3 + 7 = 10$  i t.d. Dla danego położenia, zwarte przez szczotki są trzy zwójnice 4 - 27, 5 - 12, 13 - 20.

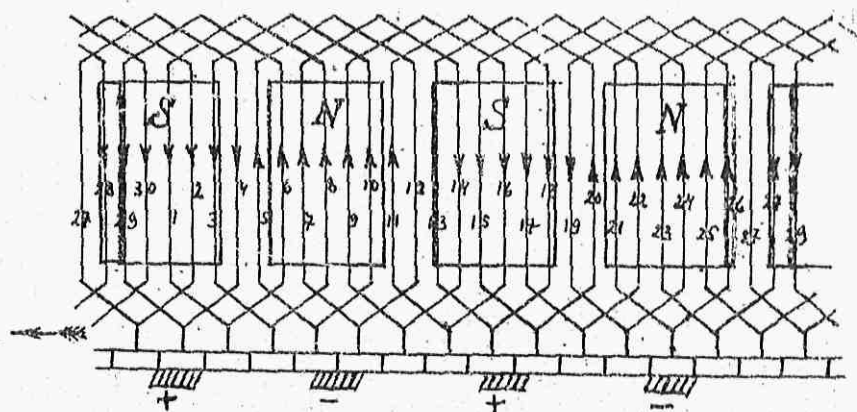
Uzwojenie posiada następujące 4 równoległe gałęzie:

10 - 3 - 8 - 1 - 6 - 29

7 - 14 - 9 - 16 - 11 - 18

21 - 28 - 23 - 30 - 25 - 2

26 - 19 - 24 - 17 - 22 - 15



Rys. 41.

Na rys.41, pokazane jest to samo uzwojenie w rozwinięciu. Jeżeli obchodzić sekcję tego uzwojenia w kierunku ruchu wskazówki zegara wg. schematu podanego na rysunku, to przy  $y_1 > y_2$  będziemy stale posuwać się w prawo i uzwojenie wtedy nazywa się "z kierunkiem prawym", a przy  $y_1 < y_2$  będziemy stale posuwać się w lewo i uzwojenie nosi nazwę, uzwojenia "z kierunkiem lewym".

Mozemy łatwo się przekonać, że uzwojenie pętli - cowe jest możliwe do wykonania przy każdej ilości boków zwojnic.

Uzwojenie równoległe wielokrotne.

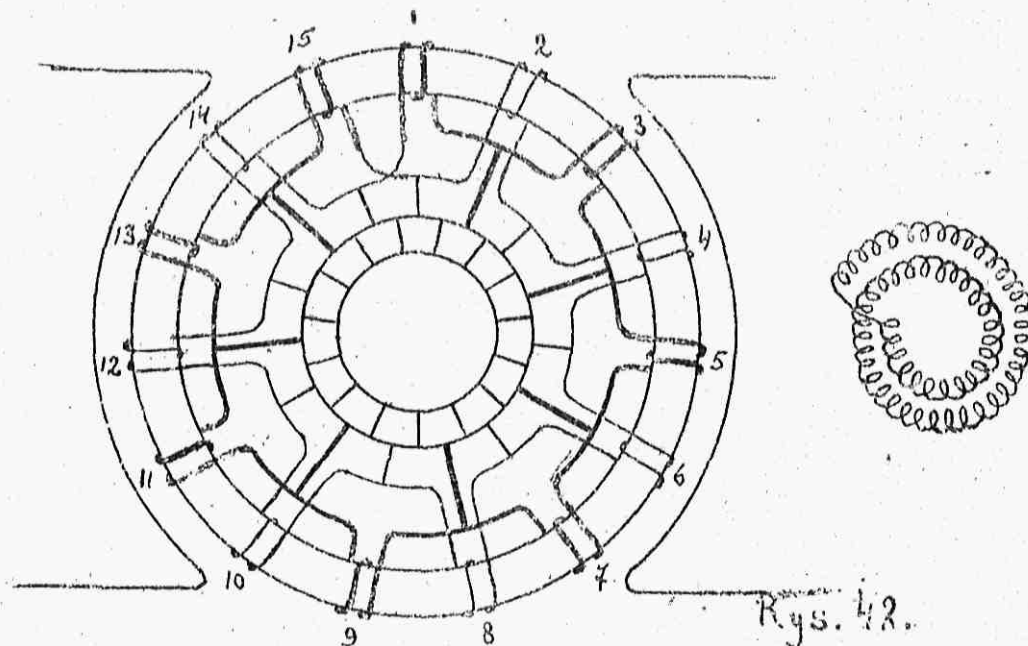
W uzwojeniu równoległym prostym liczba gałęzi równoległych zawsze jest równa liczbie biegunów

$$2a = 2p$$

W uzwojeniu równoległym wielokrotnym, liczba gałęzi równoległych może nawet przewyższać liczbę biegunów maszyny i dla takiego uzwojenia

$$2a = m \cdot 2p$$

gdzie  $m$  - dowolna liczba całkowita



Dla wyjaśnienia własności tego uzwojenia rozpatrzmy przykład uzwojenia pierścieniowego z liczbą zwojnic równą 15, rys.42. Przy uważaniu tego twornika bę-

dziemy kolejno przepuszczać po jednej zwojnicy, więc po-  
skok komutatorowy w tym wypadku zamiast jedności będzie  
równy 2.

Wychodząc ze zwojnicy 1 i obchodząc kolejno zwoj-  
nice: 1 - 3 - 5 - 7 - 9 - 11 - 13 /pokazane na rysunku  
grubemi linjami/, zrobimy jeden obrót po obwodzie twor-  
nika i kiedy przyjdziemy do zwojnicy 15 zaczynamy wyko-  
nywać drugi obrót, kolejno obchodząc zwojnice: 15 - 2 -  
4 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 1 /pokazane na rysunku cien-  
szymi linjami/, aż w końcu przyjdziemy do zwojnicy 1,  
z której wysłiśmy.

W rezultacie po przejściu dwa razy obwodu twor-  
nika, uzwojenie zamknie się raz jeden. W ten sposób otrzy-  
mujemy jakby podwójne uzwojenie: jedno zawierające wszy-  
stkie nieparzyste numery przewodników, a drugie wszystkie  
parzyste. W ten sposób przy dwubiegunowej maszynie mamy  
cztery równoległe gałęzie.

Takie uzwojenia noszą nazwę uzwojeń z dwójakiem  
wejściem powtórnym.

Aby prąd rozgałęział się w uzwojeniu równomiernie,  
koniecznym jest, aby szczotka pokrywała co najmniej dwie  
działki komutatora.

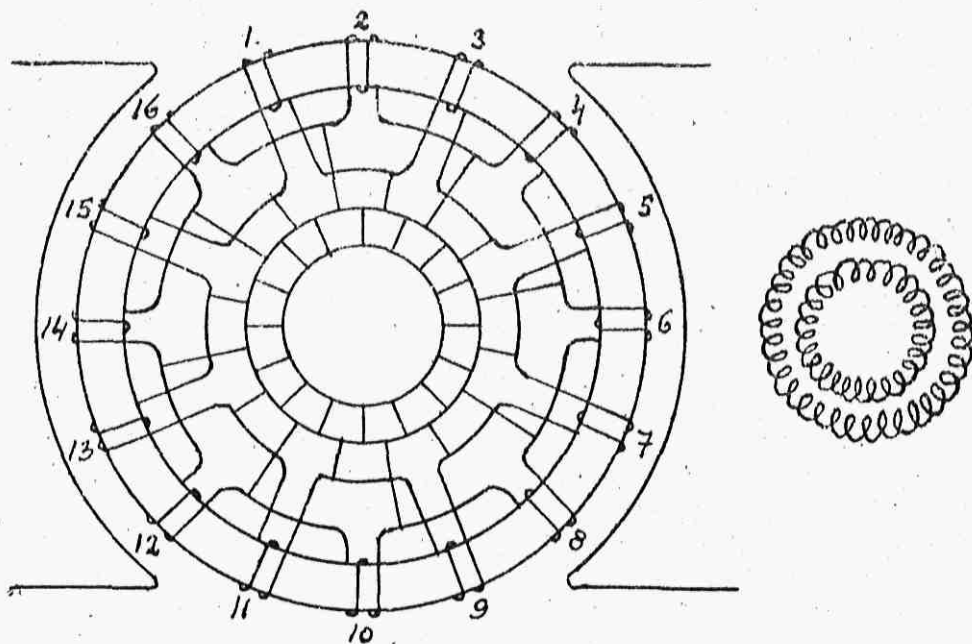
Nietrudno jest przekonać się, że przy  $y_k = 3$  i przy  
warunku, że  $K$  i  $y_k$  nie mają wspólnego dzielnika, otrzy-  
mamy uzwojenie z trójakiem wejściem powtórnym i t.d.



W takim uzwojeniu liczba równoległych gałęzi będzie  $2a = 2 \cdot 3 = 6$ .

Jeżeli  $K$  i  $y_K$  mają wspólny dzielnik np.  $m$  otrzymamy  $m$  - krotne zamknięte uzwojenie.

Na rys.43, pokazany jest schemat wielokrotnego pierścieniowego uzwojenia z  $S=K=16$  i  $y_K=2$ . Tu  $K$  i  $y_K$  mają wspólny dzielnik 2 więc powinniśmy otrzymać uzwojenie dwukrotnie zamknięte.



Rys.43.

Rzeczywiście wychodząc ze zwojnicy np.1 obchodzimy wszystkie zwojnice nieparzyste i otrzymujemy jedno uzwojenie zamknięte. Drugie zamknięte uzwojenie tworzą wszystkie zwojnice parzyste. Oba te uzwojenia są zupełnie niezależne i ze sobą niepołączone.

To co było wyżej powiedziane o uzwojeniach pierścieniowych dotyczy uzwojeń tworników bębnowych.

Dla uzwojeń pętlicowych wielokrotnych mamy następujące wzory:

$$y_1 = \frac{S \pm b}{2p} \quad y_2 = \frac{S \pm b}{2p} \pm 2m \quad y = y_1 - y_2 = \pm 2m$$

$$K = \frac{S}{2} \quad y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm m \quad a = mp$$

Podstawiając w te wzory  $m$  i otrzymamy zależności charakteryzujące zwykłe uzwojenie równoległe, w którym  $a = p$ . Przy liczbie  $m$  całkowitej i większej od jedności otrzymamy uzwojenie wielokrotne z liczbą równoległych gałęzi  $2a = m \cdot 2p$ .

Jeżeli  $K$  i  $y_k = m$  nie mają wspólnego dzielnika, otrzymamy uzwojenie równoległe z  $m$ -krotnym wejściem powrotnym; jeżeli  $K$  i  $y_k$  mają wspólny dzielnik np.  $n$ , otrzymujemy uzwojenie  $n$ -krotnie zamknięte.

Uzwojenia wielokrotne stosuje się przy bardzo dużych prądach w tworniku.

## 5. Uzwojenie faliste.

W uzwojeniu falistym liczba równoległych gałęzi może być albo mniejsza, albo większa od liczby biegunów, w zależności od poskoku całkowitego, który dla uzwojenia falistego wynosi:

$$y = y_1 + y_2$$

/23/