

się dla maszyn wyższego napięcia.

### 7. Tworniki uzębione.

Uzwojenie twornika uzębionego stanowi zwykle dwie warstwy, będące bokami dwóch różnych zwojnic.

Rozróżniamy dwa sposoby uzwojania tworników uzębionych: ręczne i szablonowe.

Przy uzwojeniu ręcznym nawija się twornik drutem bezpośrednio, przytem oba boki zwojnicy znajdują się albo w górnej, albo w dolnej warstwie, rys. 50



Rys. 50.

Uzwojenie ręczne stosuje się jedynie tylko dla maszyn małych i dwubiegunowych, w których żłobki, należące do jednej sekcji, zajmują na tworniku położenie średnicowe, co przy zakładaniu zwojnic, wykonanych na szablonie, sprawia znaczne trudności.

Przy uzwojeniu szablonowym zwojnice najpierw wykonywane są oddzielnie na szablonach, owija taśmą izolacyjną i zakłada w żłobki, przytem w górnej warstwie znajdują się wszystkie np. prawe boki sekcji, a w dol-

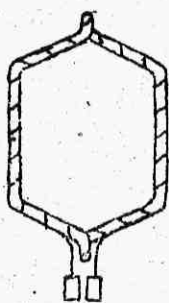
nej wszystkie lewe rys 51. W celu wytworzenia dwuwarstwowego uzwojenia szablonowego zwoje sekcji są odpowiednio powyginane.

Dla ręcznego uzwojenia forma żłobków pokazana jest na rys.18 /a, b, c, d, e, f/ a do szablonowego /g, h, k, l, m, n/

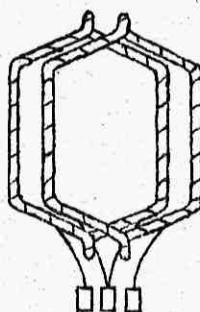


Rys. 51.

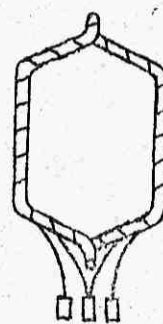
Rys.52, przedstawia wykonaną wielozwojową sekcję uzwojenia pętlicowego prostego, połączoną z dwiema sąsiednimi działkami komutatora. Jeżeli kilka sekcji, rys.53, owinać izolacją razem, rys.54, to utworzy się sekcja wielokrotna, której końce łączymy z kilkoma wycinkami komutatora.



Rys. 52.



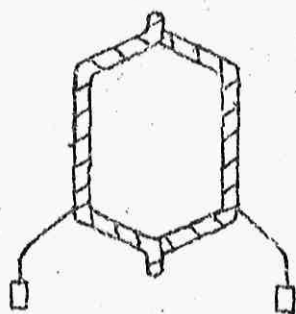
Rys. 53.



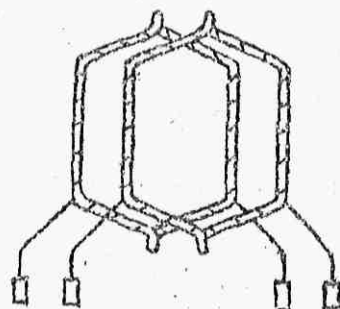
Rys. 54.

Na rys.54 mamy sekcję dwukrotną, której cztery końce łączymy z trzema znajdującymi się obok siebie wycinkami komutatora.

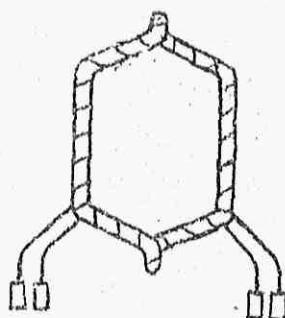
Na rys.55 pokazana jest wykonńczona sekcja wielozwojowa uzwojenia falistego. Na rys.56 widzimy sekcję wielokrotną, owiniętą taśmą w jedną całość, rys.57.



Rys. 55.

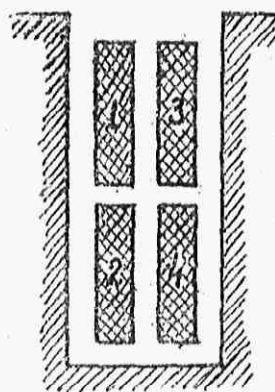


Rys. 56.



Rys. 57.

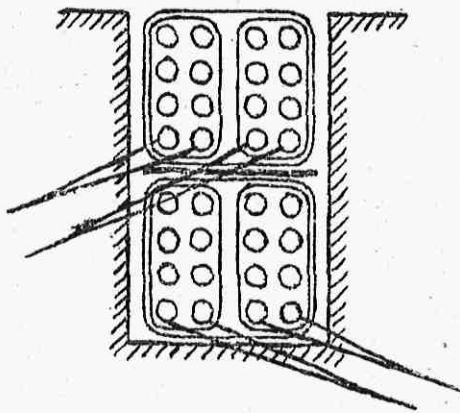
Wszystkie dotychczas wyprowadzone wzory, na uzwojenia, dotyczyły tworników gładkich. Okazuje się, że są one słuszne dla tworników uzębionych, należy tylko odpowiednio określić numerację przewodników.



Rys. 58.

Przy uzwojeniu szablonowym koniecznym jest rozpoczynać numerację od górnej warstwy w sposób pokazany na rys.58. Skutkiem czego wszystkie przewodniki /lub boki zwojnic/ warstwy górnej uzwojenia mają numery nieparzyste, a warstwy dolnej parzyste.

Jak wyżej zaznaczyliśmy, zwojnice wykonywa się z drutu okrągłego lub ze sztabek prostokątnych. Ponieważ druty o średnicy większej od 4 mm trudno giąć i przy wyginaniu izolacja ich ulega uszkodzeniu, przeto w tych wypadkach, gdy potrzeba użyć drutów grubszych, zamiast pojedynczego stosuje się drut podwójny. Żłobek z czte-



Rys. 59.

rema bokami zwojnic czterozwojowych, wykonanych z drutu podwójnego, przedstawiony jest schematycznie na rys. 59.

Jeżeli przekrój przewodnika wypada większy od  $20 \text{ mm}^2$  zwojnice sporządza się ze sztabek, które w razie znacznych przekrojów

również mogą być złożone podwójnie.

P o s k o k    ż ł o b k o w y.

Sekoja uzwojenia, umieszczona w dwóch żłobkach, obejmuje określoną liczbę żłobków twornika; tę liczbę żłobków, odpowiadającą tylnemu częściowemu poskokowi uzwojenia, nazywać będziemy poskokiem żłobkowym i oznaczać przez  $x$ .

Warunkiem uzwojenia szablonowego jest

$$y_1 = x \cdot U_k + 1$$

28.

skąd poskok żłobkowy

$$\alpha = \frac{y_1 - 1}{U_K} \quad 29.$$

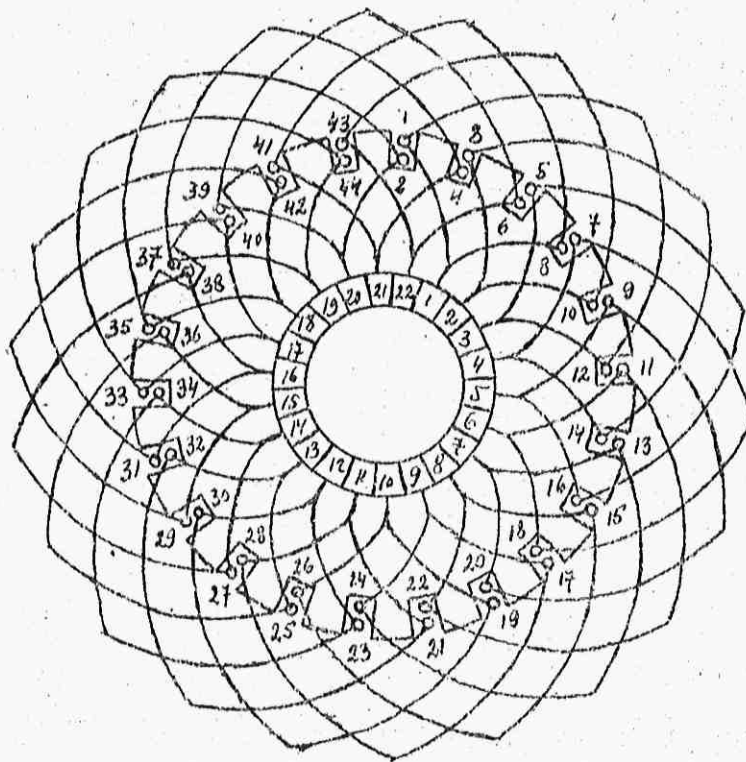
gdzie  $U_K$  - liczba przewodników lub boków zwojnic znajdujących się w jednym żłobku.

Warunek powyższy stosuje się dla uzwojeń pętlicowych i falistych.

Na rys.60, pokazane jest uzwojenie pętlicowe twornika uzębionego z następującymi danymi:

$$S = 44, \quad p = 2, \quad a = mp = 2p = 4, \quad K = 22$$

$$Z = 22, \quad y_1 = 11, \quad x = 5, \quad U_K = 2.$$



Rys. 60.

Poskok żłobkowy powinien być w przybliżeniu równy liczbie żłobków, przypadających na jedną podziałkę bie-

gunową czyli

$$\chi \leq \frac{Z}{2p}$$

gdzie  $Z$  - ogólna liczba żłobków twornika.

Lepiej jest jednakże dawać poskok żłobkowy cokolwiek mniejszy od podziałki biegunowej wg. wzoru

$$\chi = \frac{Z}{2p} - \xi_z \quad 30.$$

gdzie  $\xi_z$  - zmniejszenie poskoku, mierzone liczbą podziałek żłobkowych i bywa zwykle mniejsze od jedności.

Przy rozważaniach o komutacji /patrz rozdział V/ koniecznym jest znać wielkość zmniejszenia poskoku żłobkowego, wyrażonego liczbą podziałek komutatorowych / $\xi_k$ /.

Wiedząc, że na jeden żłobek przypada  $\frac{U_k}{2}$  wycinków komutatora możemy napisać:

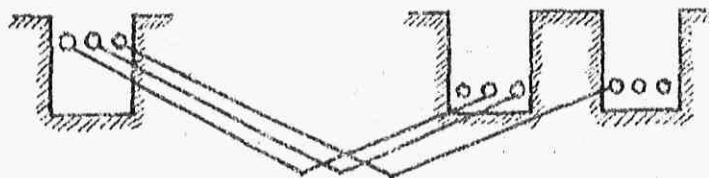
$$\xi_k = \frac{U_k}{2} \xi_z \quad 31.$$

Rozwiązując to równanie, przez podstawienie w nie równania 29 i 30, znajdziemy wyraz na zmniejszenie poskoku żłobkowego, odniesione do obwodu komutatora

$$\xi_k = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{K}{p} - y_1 \right) \quad 32.$$

Na rys.51 mamy przedstawione zwykłe uzwojenie szablonowe, najczęściej stosowane. W uzwojeniu tem wszystkie np. lewe boki pewnego kompletu zwojnic umieszczone są całkowicie w jednym żłobku, a prawe całkowicie w jakim innym żłobku. Może być uzwojenie, w którym np. lewe boki pewnego kompletu zwojnic, umieszczone są w jednym

żłobku, a prawe w dwóch żłobkach, rys.60a.



Rys. 60a.

W tym przypadku poskok żłobkowy nie jest liczbą całkowitą i uzwojenie składa się z dwóch zwojnic: węższych i szerszych. Będzie to uzwojenie *s c h o d k o w e*.

Uzwojenie schodkowe odpowiednio użyte daje pewne korzyści: otrzymujemy niewielką szerokość pasa komutacyjnego, podobnie jak w uzwojeniu szablonowym o pełnym poskoku, które to uzwojenie daje stosunkowo najmniejszą szerokość strefy komutacyjnej; oprócz tego w pewnym przypadku wielobok napięcia posiada tu większą liczbę boków wskutek czego wahania napięcia na szczotkach są mniejsze.

Wadą uzwojenia schodkowego jest to, że przy wykonywaniu zwojnic wypada stosować dwa różne szablony.

*P r z e w o d n i k i   j a k o w e .*

Uzwojenie pętlicowe, jak wiemy, może być wykonane dla dowolnej całkowitej liczby boków zwojnic  $S$ , zaś dla uzwojenia falistego liczba  $S$  nie może być dowolną, lecz musi odpowiadać warunkowi:

$$S = p \cdot y \pm 2a$$

24.

Często zdarza się, że w liczbie  $S$  otrzymanej ze wzoru 24, liczba żłobków  $Z$  nie mieści się całkowitą ilość razy, czyli stosunek  $\frac{S}{U_k}$  nie równa się liczbie całkowitej. W tym wypadku w jednym ze żłobków otrzymujemy liczbę czynnych przewodników mniejszą od  $U_k$ . Dla dogodności umocowania przewodników w tym właśnie żłobku, dopełniamy go brakującymi przewodnikami, zwanymi przewodnikami jałowymi, zupełnie nie połączonymi między sobą i z pozostałymi przewodnikami uzwojenia.

Zakładamy np., że  $p = 2$ ,  $y = 100$  i  $a = 1$  wtedy ze wzoru 24 mamy

$$S = 2 \cdot 100 + 2 = 202.$$

Gdy umieścimy w każdym żłobku  $U_k = 6$  przewodników to liczba żłobków

$$Z = \frac{S}{U_k} = \frac{202}{6} = 33 \frac{2}{3}$$

czyli 33 żłobki będą wypełnione czynnymi przewodnikami całkowicie, a w jednym żłobku czynne przewodniki będą wypełniać  $\frac{2}{3}$  części żłobka t.j. 4 przewodniki. Aby te 4 przewodniki lepiej były w żłobku zamocowane dajemy dwa przewodniki jałowe.

### 8. Rozmieszczenie i liczba uchwytów szczotkowych.

Położenie szczotek na komutatorze jest ściśle określone dla danego uzwojenia. Ponieważ szczotka zwykła jest szersza od przestrzeni międzysiałkowej, zatem w