





Pod redakcją Jerzego Niebojewskiego

**BUDOWA TRANSFORMATORÓW MALEJ MOCY** (Witold Lubbe i Jerzy Niebojewski) — **AMATORSKI SKUTEREK** (Stanisław Sabat) — **LAMIGŁÓWKA RYSUNKOWA** — **MECHANICZNA OBRÓBKA TWORZYW SZTUCZNYCH** (mgr inż. Jan Brzeziński)

## BUDOWA TRANSFORMATORÓW MALEJ MOCY (do 200 watów)

(Ciąg dalszy)

Do otrzymanej liczby zwojów wprowadzamy jeszcze tzw. poprawkę, czyli zwiększamy tę liczbę o 10%, z uwagi na spadek napięcia spowodowany oporem omowym uzwojenia oraz pewnym oddaleniem uzwojenia wtórnego od rdzenia.

b) Grubość drutu „d” obliczamy ze wzoru:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot i}{\pi \cdot s}}$$

gdzie d — oznacza średnicę drutu nieizolowanego w mm,

i — natężenie prądu w amperach przy pełnym obciążeniu transformatora,

$\pi$  — liczbę 3,14159,

s — natężenie prądu na 1 mm<sup>2</sup> przekroju drutu, które w obliczeniach przyjęto na 2 ampery.

Średnicę „d” możemy obliczyć bezpośrednio z tablicy IV — w której są podane grubości drutów najczęściej używanych oraz odpowiadające im natężenia prądu.

Może jednak zająć taki wypadek, co prawda rzadki, że dla obliczonego natężenia prądu nie znajdziemy w tablicy akurat odpowiedniej grubości drutu, np. natężenie prądu wynosi 0,29 amp., to wówczas należy zastosować drut o przekroju 0,45 mm, co odpowiada natężeniu 0,318 amp. Natężenia prądów w uzwojeniach wtórnych są nam znane, możemy więc ograniczyć się tylko do odszukania z tablicy odpowiednich dla nich grubości drutów. Natomiast dla uzwojenia pierwotnego musimy najpierw znaleźć natężenie prądu i następnie określić odpowiednią dla niego grubość drutu.

TABLICA IV

## Dopuszczalne obciążenia drutów miedzianych

d — grubość drutu w mm	<sup>1</sup> natężenie prądu w amper.	d — grubość drutu w mm	<sup>1</sup> natężenie prądu w amper.	d — grubość drutu w mm	<sup>1</sup> natężenie prądu w amper.
0,10	0,0158	0,28	0,123	0,90	1,272
0,11	0,0190	0,30	0,142	0,95	1,418
0,12	0,0226	0,35	0,192	1,0	1,570
0,13	0,0266	0,40	0,252	1,1	1,900
0,14	0,0308	0,45	0,318	1,2	2,28
0,15	0,0354	0,50	0,392	1,3	2,66
0,16	0,0402	0,55	0,476	1,4	3,08
0,17	0,0454	0,60	0,566	1,5	3,54
0,18	0,0508	0,65	0,664	1,6	4,02
0,19	0,0566	0,70	0,770	1,7	4,54
0,20	0,0628	0,75	0,884	1,8	5,08
0,22	0,0760	0,80	1,006	1,9	5,68
0,25	0,0990	0,85	1,134	2,0	6,28

W tym celu dzielimy moc uzwojenia pierwotnego przez napięcie prądu sieci, a otrzymamy iloraz będzie stanowił to natężenie. Na przykład — moc uzwojenia pierwotnego wynosi 30 watów, a transformator ma być podłączony do sieci o napięciu 120 woltów, to natężenie prądu w tym uzwojeniu wyniesie  $30 : 120 = 0,25$  ampera. Temu natężeniu odpowiada grubość drutu 0,4 mm (wg tabl. IV).

4. Wymiary ramki rdzenia. Ustalenie wielkości ramki rdzenia jest czynnością również ważną przy obliczaniu elementów transformatorów, jak i poprzednie. Wielkość tę możemy łatwo obliczyć znając przekrój rdzenia obliczony wg tablicy II lub III, zwiększony dodatkowo o izolację — lecz to nie wystarczy, gdyż trzeba określić jeszcze wielkość przestrzeni, w której mają się zmieścić uzwojenia transformatora (rys. 5 i 6 — powierzchnie zakreskowane). Wielkość tej przestrzeni za-

leżna jest: 1) od liczby zwojów drutu nawiniętego na cewkę okalającą rdzeń; 2) od grubości tego drutu; 3) od grubości izolacji zabezpieczającej druty przed zwarcielem lub przebiciem i 4) od grubości szkieletu cewki, na której będą nawinięte druty. Obliczenie tej przestrzeni ułatwi nam tablica V, w której są podane liczby zwojów, a właściwie ich przekrojów mieszczących się w 1 cm<sup>2</sup> (zależnie od rodzaju izolacji i grubości drutu (rys. 7). Podobne ułatwienia znajdziemy w tablicy VI podającej liczbę zwojów drutu przypadającą na 1 cm liniiowy (rys. 8).

Sposób obliczania tej przestrzeni prześledźmy na następującym przykładzie. Założmy, że uzwojenie pierwotne transformatora płaszczonego składać się będzie z 1210 zwojów drutu grub. 0,4 mm izolowanego emalią. Ta ilość zwojów zajmie pewną przestrzeń, którą można łatwo obliczyć wiedząc (z tablicy V), że na 1 cm<sup>2</sup> powierzchni przypadnie takich zwojów 484, to cała ilość zwojów tego uzwojenia zmieści się na przestrzeni 2,5 cm<sup>2</sup>; ( $1200 : 484 = 2,5$ ). W ten sam sposób obliczamy przestrzeń dla uzwojenia wtórnego (jednego lub kilku).

Mając więc sumę przestrzeni dla obu uzwojeń (pierwotnego i wtórnego) zwiększamy ją jeszcze o 80—100% (na pomieszczenia ścianek szkieletu cewki oraz izolacji uzwojeń) i otrzymujemy w przybliżeniu wielkość ogólnej przestrzeni uzwojeniowej (patrz rys. 5 i 6), czyli iloczyn a · b.

Nasuwa się teraz pytanie, w jakich granicach może zmieniać się stosunek szerokości „a” do długości „b” — przestrzeni uzwojeniowej. Otóż dla małych transformatorów stosunek „a” do „b” może wahać się w granicach 1:2 albo 1:3. Stosunek ten nie ma większego znaczenia, lecz źle zaprojektowany, wpływa na jakość pracy transformatora. Np. jeśli stosunek ten będzie większy niż 1:3, wówczas droga strumienia magnetycznego będzie zbyt długa, co z kolei będzie miało wpływ na zwiększenie się prądu jałowego,

TABLICA V			
Liczby zwojów drutu na 1 cm <sup>2</sup> (w przekroju)			
Grubość drutu (d) w mm (bez izolacji)	Liczba zwojów na 1 cm <sup>2</sup> drutu izolowanego		
	Emalia	2 × jedwabień	2 × bawełna
0,10	6 400	3 136	1 024
0,11	4 900	2 704	—
0,12	4 096	2 304	900
0,13	3 600	2 116	—
0,14	3 249	1 849	—
0,15	2 916	1 681	784
0,16	2 601	1 521	—
0,17	2 304	1 444	—
0,18	2 112	1 256	625
0,19	1 936	1 225	—
0,20	1 681	1 089	529
0,22	1 444	961	—
0,25	1 225	784	441
0,28	1 024	625	—
0,30	841	529	361
0,35	676	400	306
0,40	484	324	256
0,45	400	289	210
0,50	324	256	169
0,55	256	225	144
0,60	210	196	132
0,65	169	169	110
0,70	144	132	90
0,75	121	110	81
0,80	110	100	72
0,85	100	90	66
0,90	90	81	64
0,95	81	72	56
1,00	72	64	53
1,1	—	—	42
1,2	—	—	38
1,3	—	—	33
1,4	—	—	30
1,5	—	—	25
1,6	—	—	22
1,7	—	—	20
1,8	—	—	18
1,9	—	—	16
2,0	—	—	15

TABLICA VI			
Liczby zwojów drutu na 1 cm bież. (w przekroju)			
Grubość drutu (d) w mm (bez izolacji)	Liczba zwojów na 1 cm bież. drutu izolowanego		
	Emalia	2 × jedwabień	2 × bawełna
0,10	80	56	32
0,11	70	52	—
0,12	64	48	30
0,13	60	46	—
0,14	57	43	—
0,15	54	41	28
0,16	51	39	—
0,17	48	38	—
0,18	46	36	25
0,19	44	35	—
0,20	41	33	23
0,22	38	31	—
0,25	35	28	21
0,28	32	25	—
0,30	29	23	19
0,35	26	20	17,5
0,40	22	18	16
0,45	20	17	14,5
0,50	18	16	13
0,55	16	15	12
0,60	14,5	14	11,5
0,65	13	13	10,5
0,70	12	11,5	9,5
0,75	11	10,5	9
0,80	10,5	10	8,5
0,85	10	9,5	8,3
0,90	9,5	9	8
0,95	9	8,5	7,5
1,00	8,5	8	7,3
1,1	—	—	6,8
1,2	—	—	6,3
1,3	—	—	5,8
1,4	—	—	5,5
1,5	—	—	5
1,6	—	—	4,7
1,7	—	—	4,5
1,8	—	—	4,3
1,9	—	—	4,1
2,0	—	—	3,9

który, jak już wspominaliśmy, powinien być jak najmniejszy. Ma to znaczenie tylko dla takich transformatorów, które pozo-

stają stale pod napięciem, a ich wtórne uzwojenie dostarcza prądu przez bardzo krótki czas, jak np. w transformatorach dzwinkowych.

ny transformator rozebrać i następnie zdecydować na podstawie uprzednio wykonanych obliczeń, które jego części i do jakich celów mogą być powtórnie użyte.

Jeżeli okaże się przy tym, że wymiary rdzenia uzyskanego z rozbiórki będą nieco większe, niż to wynikało nam z obliczeń, to nie potrzebujemy się tym martwić, gdyż nie stanowią one poważniejszej przeszkody dla budowy nowego transformatora. Jeżeli zaś te wymiary będą mniejsze, to niestety musimy postarać się o inny rdzeń, bądź wykonać go z blachy zwykłej. Zakładamy jednak, że rdzeń uszkodzonego transformatora, np. płaszczowego, odpowiada naszym potrzebom, wobec czego przystępujemy do jego rozbiórki.

Najpierw rozkręcamy śruby ściskające ramkę rdzenia i odłączamy końcówki uzwojeń od zacisków. Następnie wyjmujemy poszczególne blaszki rdzenia z cewki. Chcąc wyjąć taką blaszkę z cewki, musimy sprawdzić, z której strony cewki (u góry czy u dołu) znajduje się przecięcie (rys. 9).

Po sprawdzeniu odchylamy pierwszą ramkę nieco do góry (rys. 10) i wysuwamy jej środek ze szkieletu cewki. W następnej ramce przecięcie będzie wypadać z przeciwnej strony, odchylamy więc z tamtej strony drugą ramkę (tak jak poprzednio) i wyciągamy drugą ramkę z cewki. Wysuwanie dwóch pierwszych ramek z cewki jest dość trudne i wymaga dużej ostrożności, natomiast dalsze ramki wyciąga się coraz lżej i prędzej. Wyjęte ramki po wyprostowaniu zgięcia układamy w takiej samej kolejności i porządku, jak były osadzone w cewce.

Po wyjęciu wszystkich elementów, skręcamy je ponownie śrubami i przystępujemy do rozbierania cewki. Najpierw zdejmujemy z niej izolację ochronną znajdującą się na ostatniej warstwie uzwojenia wtórnego. Początek izolacji oddzielamy od podłoża ostrożnie nożem, tak aby nie przeciąć w tym miejscu samej izolacji lub nie uszko-

dzić izolacji drutu. Po zdjęciu izolacji, która może być również powtórnie wykorzystana, odwijamy ostrożnie drut, nawijając go od razu na jakikolwiek walec z tektury lub drewna. Przy odwijaniu zwracamy uwagę na ewentualne uszkodzenia izolacji drutu. Uszkodzona w różnych miejscach izolacja dyskwalifikuje drut do powtórnego użycia w transformatorze. Jeżeli izolacja będzie uszkodzona (przepalona) tylko w pierwszych warstwach drutu, a następne warstwy będą całe, należy od razu zdecydować, czy drut ten zależnie od jego długości i grubości przyda się nam do innych celów (np. do transformatorów o mniejszej mocy, do silniczków, do prądu itp.).

Po zdjęciu całego uzwojenia wtórnego odwijamy następnie izolację międzyuzwojeniową, oddzielając uzwojenie wtórne od pierwotnego i przewijamy drut uzwojenia pierwotnego na inny walec tekturowy. I tu również decydujemy od razu, czy uzyskany drut będzie się nadawał do powtórnego użycia.

Po przewinięciu drutu sprawdzamy stan szkieletu cewki i w wypadku stwierdzenia drobnych tylko uszkodzeń naprawiamy lub uzupełniamy ewentualne braki. Gdy uszkodzenia okażą się poważniejsze, odrzucamy szkielet cewki jako bezużyteczny. Jeżeli przestrzeń uzwojenia cewki okaże się (rys. 11) większa nieco od wymaganej do naszych celów, nie będzie to przeszkodą do powtórnego jej użycia. Jeśli natomiast będzie za mała, będziemy musieli wykonać nową cewkę lub wziąć inną z drugiego transformatora.

Po rozebraniu transformatora mierzymy dokładnie grubość i szerokość rdzenia i obliczamy jego przekrój w  $\text{cm}^2$ . Przypuścimy, że przekrój ten mierzy  $9 \text{ cm}^2$ . Po odliczeniu z otrzymanej powierzchni 20% na izolację ramek otrzymany przekrój rdzenia bez izolacji wyniesie  $7,5 \text{ cm}^2$ .

(C. d. n.)

Witold Lubbe i Jerzy Niebojewski