



# transformator pięciokolumnowy

Miroslaw Lukiewski – Elhand Transformatory

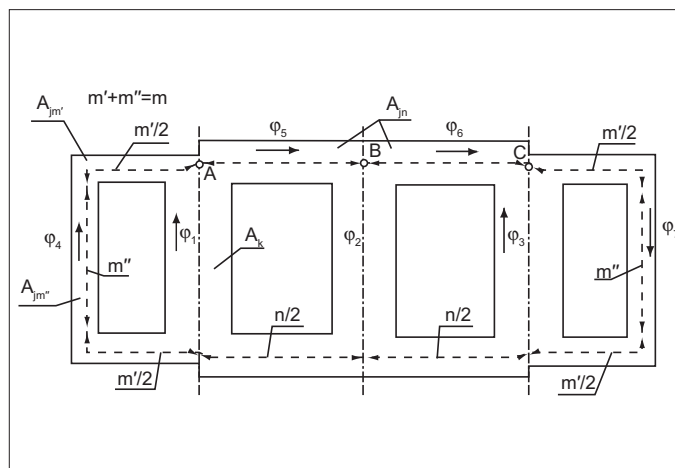
**Elhand Transformatory jest producentem trójfazowych transformatorów mocy do zastosowań specjalnych. W wielu projektach występuje konieczność dostosowania gabarytów transformatora do istniejącej obudowy maszyny. Konstrukcja rdzenia pięciokolumnowego pozwala na zmniejszenie wysokości transformatora. W artykule opisano parametry techniczne transformatorów z pięciokolumnowym magnetowodem.**

W rdzeniu pięciokolumnowym występują dwie zewnętrzne nieuzwojone kolumny stanowiące przedłużenie oraz połączenie jarzma dolnego z górnym. Zastosowanie takiego magnetowodu w trójfazowym transformatorze pozwala przy zachowaniu pełnej mocy transformatora i niezmiennych wymiarach kolumn zmniejszyć przekrój jarzma do ok. 60% przekroju jarzma w typowym rdzeniu trójfazowym. Uzyskujemy w ten sposób zmniejszenie wysokości transformatora o ok. 80% wysokości jednego jarzma [1, 2].

Na rysunku 1. pokazano ogólny szkic rdzenia trójfazowego transformatora pięciokolumnowego. Wyodrębniono części jarzma o różnych długościach ( $m'$ ,  $m''$ ,  $n$ ), oraz różnych polach przekroju ( $A_{jm'}$ ,  $A_{jm''}$ ,  $A_{jn}$ ). Podczas projektowania transformatora z rdzeniem pięciokolumnowym należy tak dobrać reluktancję odcinków jarzmych, by uzyskać takie same wartości indukcji maksymal-

nej w jarzmach i kolumnach transformatora. Reluktancja jarzmy zależy od ich długości oraz pól przekroju. Wszystkie prezentowane rozwiązania konstrukcyjne pięciokolumnowe zakładają tę samą wielkość okna rdzenia, co przy różnych polach przekroju odcinków jarzmych wymusza ich różne długości [1]. W praktyce stosuje się kilka różnych konstrukcji rdzenia pięciokolumnowego:

- jednakowe przekroje wszystkich odcinków jarzmych, równe od 50 do 58% przekroju kolumny (oznaczenie np. 50/50),
- jarzma między kolumnami głównymi o przekroju ok. 58%, a przekroje jarzmy powrotnych ok. 45% przekroju kolumny (oznaczenie 58/45),
- przekroje wszystkich poziomych odcinków jarzmy wynoszą ok. 58% przekroju kolumny, a przekroje pionowych odcinków jarzmy powrotnych – ok. 45% przekroju kolumny. (oznaczenie 58/58-45).



Rys. 1. Szkic ogólny rdzenia pięciokolumnowego [1]

Wymiary rdzenia m/n	Indukcja T		
	Bm <sub>4</sub>	Bm <sub>5</sub> =Bm <sub>6</sub>	
50/50 m/n=1,25	1,653	1,747	
57,6/57,6 m/n=1,28	1,343	1,601	
57,8/45 m/n=1,23	1,581	1,710	
57,8/57,8-46,7 m'/n=0,692; m''/n=0,59	Bm' <sub>4</sub> 1,272	Bm'' <sub>4</sub> 1,576	1,668

Tab. 1. Wartości maksymalne indukcji w jarzmach rdzenia pięciokolumnowego przy różnych stosunkach przekroju odcinków jarzmych (indukcja w kolumnie 1,7 T) [1]

Wymiary rdzenia m/n	DPFe	Masa	Długość rdzenia	Wysokość rdzenia
	W	kg	mm	mm
57,8/57,8	191,2	100,9	714	320
57,8/57,8-46,7	198,6	97,4	649	320
57,8/45	216,0	93,0	691	320
50/50	221,5	91,3	700	306

Tab. 2. Zestawienie podstawowych parametrów rdzeni pięciokolumnowych – modelowych w różnych wykonaniach [1]

ET3oGH – 220 kVA 3300/460 V	
Moc pozorna	220 kVA
Napięcie pierwotne	3300 V
Napięcie wtórne	460 V
Grupa połączeń	Dy5
Klasa izolacji	T70H
Napięcie zwarcia	2,6%
Sprawność	98,8%
Masa	1089 kg

Tab. 3. Parametry techniczne transformatora typu ET3oGH

$$b'_4 = b'_7 = -B_{mk} \frac{A_k}{A_{jm'}} \frac{\sin \omega t - \frac{\mu_5}{\mu_6} \sin \left( \omega t - \frac{4}{3} \pi \right)}{1 + \frac{\mu_5}{\mu_6} + 2 \frac{m'}{n} \frac{\mu_5}{\mu_4} \frac{A_{jn}}{A_{jm'}} + 2 \frac{m''}{n} \frac{\mu_5}{\mu_4} \frac{A_{jn}}{A_{jm''}}}$$

$$b''_4 = b''_7 = b'_7 \frac{A_{jm'}}{A_{jm''}}; \quad b_5 = B_{mk} \frac{A_k}{A_{jn}} \sin \omega t + b'_4 \frac{A_{jm'}}{A_{jn}}$$

$$b_6 = -B_{mk} \frac{A_k}{A_{jn}} \sin \left( \omega t - \frac{4}{3} \pi \right) + b'_4 \frac{A_{jm''}}{A_{jn}} \quad (1)$$



**Fot. 1.** Transformator pięciokolumnowy, typ ET3oGH o mocy 220kVA

W ogólnym przypadku dopuszczającym wszystkie przedstawione rozwiązania konstrukcyjne wartości chwilowe indukcji w częściach jarzmowych rdzenia opisują zależności (1) [1]:

W prezentowanym transformatorze ET3oGH-220 kVA zastosowano jednakowe przekroje wszystkich odcinków jarzmowych równe połowie przekroju kolumny – proporcja 50/50. W takim rozwiązaniu indukcja maksymalna jarzm kolumnowych wypada ok. 5% większa, a w jarzmach domykających – 5-10% mniejsza niż w kolumnach (**tab. 1.**) [1, 2].

Proporcja wymiarowa rdzenia 50/50 zapewnia największą oszczędność materiału oraz optymalne dopasowanie rozmiarów transformatora do istniejącego korpusu maszyny. Straty w żelazie osiągają wartość ok. 15% większą niż przy konstrukcji 57,8/57,8, wynika to bezpośrednio z wyższej wartości indukcji maksymalnej w odcinkach jarzmowych rdzenia (**tab. 2.**) [1].

Najmniej korzystnym rozwiązaniem jest konstrukcja o różnych przekrojach odcinków jarzmowych poziomych 57,8/57,8-46,7 (**rys. 1.**). Komplikuje się konstrukcja mocująca transformator. Wykonanie sprawia również dodatkowe utrudnienia w postaci pakietowania rdzenia oraz większej liczby różnych kształtek blachy.

W konstrukcji rdzenia 57,8/45 oraz 50/50 obserwuje się znaczny wzrost współczynnika strat dodatkowych, określonego jako proporcja zmierzonych strat w żelazie do stratności blachy i masy rdzenia [1].

Jarżma domykające w pięciokolumnowej konstrukcji rdzenia mogą stanowić drogę o niskiej reluktancji dla strumieni trzeciej harmonicznej i jej wielokrotności. Przepływ strumieni trzeciej harmonicznej powodowałby silne zniekształcenie strumieni w uzwojonych kolumnach, czego efektem byłaby niesinusoidalność napięć fazowych. Aby temu zapobiec, należy pamiętać o połączeniu uzwojenia pierwotnego lub wtórnego transformatora w trójkąt, lub uzwojenia pierwotnego w gwiazdę z przewodem zerowym [2, 3].

### literatura

1. E. Jezierski, Budowa i obliczanie rdzeni transformatorów energetycznych, praca zbiorowa, WNT, Warszawa 1979.
2. E. Jezierski, Transformatory. Podstawy teoretyczne, WNT, Warszawa 1965.
3. E. Jezierski, Transformatory. Budowa i projektowanie, WNT, Warszawa 1965.

**elhand**   
TRANSFORMATORY

#### Elhand Transformatory

42-700 Lubliniec  
ul. PCK 22  
tel. 034 353 17 10  
faks 034 356 40 03  
info@elhand.pl  
www.elhand.pl