

Polecamy usługi projektowania, wykonania, dozoru i uruchomienia w zakresie:

- Układy i systemy stabilizacji ciśnienia wody jedno- i wielopompowe.
- Układy i systemy stabilizacji poziomu wody jedno- i wielopompowe.



- Układy i systemy stabilizacji zawartości tlenu w ściekach z jedną i więcej dmuchaw.
- Zestawy pompowe z automatyką wykonawczą do pompowni pośrednich oraz przepompowni ścieków jedno- i wielopompowe.
- Automatyka wraz z urządzeniami wykonawczymi do sterowania procesem płukania filtrów przepływowych.
- Układy sterowania napędem do wykonania specjalnych.

Treningi i szkolenia

Firma OBRUSN prowadzi szkolenia w zakresie obsługi, programowania i projektowania wszystkich oferowanych urządzeń. Szkolenia odbywają się w siedzibie firmy bądź też u odbiorcy. Terminy szkoleń, koszty szkolenia, zakres szkolenia do uzgodnienia.



OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY URZĄDZEŃ STEROWANIA NAPĘDÓW

ul. Batorego 107
87-100 Toruń
tel. 056-623 40 21 do 24
fax 056-623 44 25
obrusn@obrusn.torun.pl
www.obrusn.torun.pl
www.ssdpolska.com

Dławiki impulsowych sterowników prądu stałego

Mirosław Łukiewski

Elementy indukcyjne pracujące w urządzeniach energoelektronicznych obecnie budowane są najczęściej z wykorzystaniem nowoczesnych materiałów magnetycznych. Magnetyki amorficzne i nanokrystaliczne pozwalają skutecznie ograniczyć straty powstające w transformatorach i dławikach pracujących w zakresie średnich częstotliwości.

Artykuł przedstawia porównanie podstawowych parametrów technicznych jednofazowych dławików typu AD1W oraz ED1W produkowanych w ELHAND TRANSFORMATORY. Dławiki te znajdują zastosowanie między innymi w impulsowych sterownikach prądu stałego.

Impulsowe sterowniki prądu stałego

Praca przekształtników bezpośrednich prądu stałego – łączników tyrystorowych i przerywaczy – oparta jest o regulację wartości średniej napięcia odbiornika. Zmianę wartości średniej sygnału można uzyskać na dwa sposoby: regulując czasem przewodzenia tyrystora t_p , przy stałym okresie przebiegu T (stała częstotliwość łączeń) lub zmieniając częstotliwość łączeń, przy stałym czasie przewodzenia t_p [1].

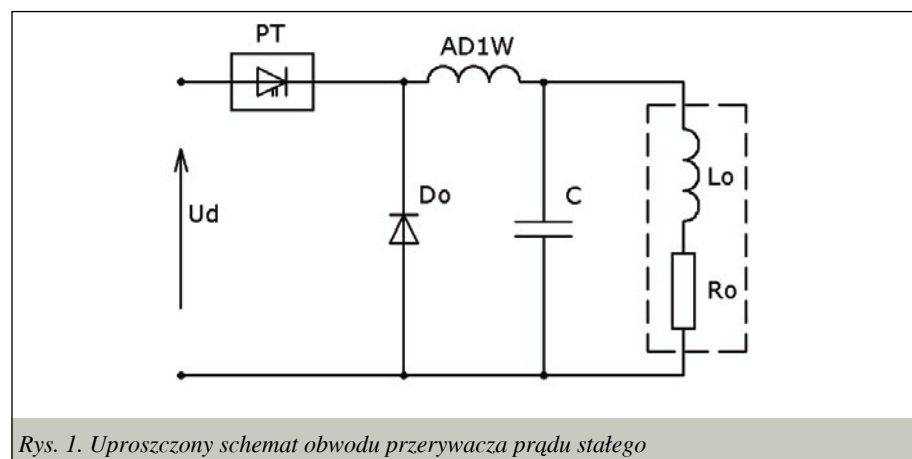
Sterowniki prądu stałego znajdują zastosowanie m.in. w zasilaniu i regulacji prędkości obrotowej napędów prądu stałego. Regulacja i utrzymanie stabilnej prędkości obrotowej silnika meto-

dą zmiany czasu przewodzenia tyrystora jest możliwa przy relatywnie dużej częstotliwości łączeń oraz dzięki znacznej bezwładności wirnika. Ograniczenie znacznych pulsacji na wyjściu sterownika uzyskuje się, stosując filtr indukcyjny lub indukcyjno-pojemnościowy (rys. 1). Wzrost częstotliwości łączeń, choć korzystny dla napędu, znacznie pogarsza warunki pracy dławika wyjściowego.

Dławiki wygładzające typu AD1W oraz ED1W

W przemyśle elektrotechnicznym do budowy magnetowodów stosowane są wyłącznie materiały o tak zwanych miękkich własnościach magnetycznych. Już w latach 70. ubiegłego stulecia powstały pierwsze dławiki i transformatory z rdzeniami z materiałów amorficznych. Nieuporządkowane pod względem strukturalnym stopy amorficzne na bazie żelaza i kobaltu stały się szybko niezastąpionymi w przemyśle elektrotechnicznym materiałami konstrukcyjnymi. Bardzo dobre właściwości magnetyczne stopów amorficznych (duża początkowa przenikalność magnetyczna, małe pole koercji, małe straty energii na przemagnesowanie, duża rezystywność) w porównaniu z klasycznymi stalami transformatorowymi są wynikiem braku granic ziaren i ograniczenia anizotropii magnetycznej [2, 3].

Od tego czasu obserwuje się dynamiczny rozwój zarówno technologii, jak i badań poznawczych, które zaowo-



Rys. 1. Uproszczony schemat obwodu przerywacza prądu stałego

Tabela 1. Parametry techniczne materiałów magnetycznych używanych do budowy rdzeni dławików typu AD1W oraz ED1W [3, 4, 5]

Własności materiału	Stop amorficzny	Anizotropowa blacha transformatorowa
	METGLAS 2605SA1	M089-27N
Grubość blach	25 μm	270 μm
Indukcja nasycenia	1,56 T	1,77 T
Stratność	$p = 6,5 \times f^{1,51} \times B^{1,74}$ [W/kg]	$p = 1,4$ [W/kg] dla 1,7 T 50 Hz
Rezystywność	137 $\mu\Omega$ cm	48 $\mu\Omega$ cm
Magnetostrykcyjna nasycenia	27×10^{-6}	$\sim 1 \times 10^{-6}$
Temperatura Curie	415°C	746°C

cowaly powstaniem nowoczesnej grupy materiałów nanokrystalicznych. Postęp technologii otrzymywania materiałów amorficznych i nanokrystalicznych oraz wzrost ich dostępności na rynku pozwala obecnie zastępować klasyczne stale transformatorowe nowoczesnymi niskostratnymi magnetykami.

Porównanie parametrów technicznych materiału amorficznego i stali transformatorowej przedstawiono w tabeli 1.

Rdzenie amorficzne POWERLITE C-Cores (rys. 2) zwijane są z cienkich taśm amorficznych o grubości 25 mm i relatywnie dużej rezystywności (tabela 1), co doskonale ogranicza intensywność przepływu prądów wirowych. W tradycyjnych blachach transformatorowych przepływ prądów wirowych wywołuje poważne straty dodatkowe. W celu ograniczenia strat na prądy wirowe występujące w rdzeniu pod wpływem indukowanego napięcia rdzenie pakietuje się z blach. Pakietowane blachy dodatkowo zabezpiecza się powłoką elektroizolacyjną, aby uniknąć przepływu prądów wirowych poprzecznie pomiędzy blachami.

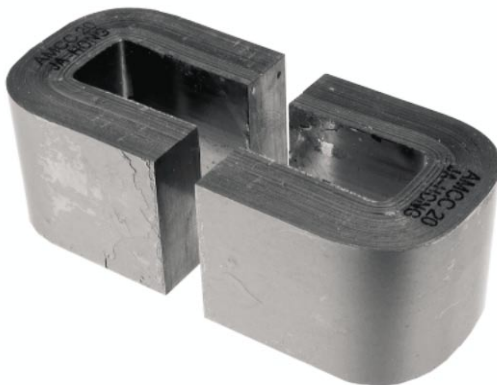
Rdzeń wykonany z klasycznej stali transformatorowej przedstawiono na rys. 3. Przycięte zgodnie z kierunkiem walcowania odcinki blachy transformatorowej pakietuje się, tworząc rdzeń składający się z jarzm i kolumn. Szcze-

lina powietrzna w rdzeniu umożliwia dopasowanie indukcyjności oraz punktu pracy dławika na charakterystyce magnesowania. Przy znacznych stratach w rdzeniu projektuje się kilka szczelin powietrznych rozłożonych na całej wysokości kolumn. Uzyskuje się w ten sposób równomierny rozkład wartości indukcji w kolumnach oraz proporcjonalny rozkład strat. Ponadto korzystne jest ograniczenie szerokości szczelin. W pobliżu szczelin o dużej szerokości powstaje silny strumień rozproszenia, który indukuje w miedzianych uzwojeniach przepływ prądów wirowych, a tym samym dodatkowe straty.

Dławiki typu ED1W znajdują zastosowanie w obwodach wyjściowych prostowników, łączników i przerywaczy prądu stałego, gdzie częstotliwości składowych zmiennych prądów i napięć nie przekraczają kilkuset Hz. Do pracy w obwodach wyższych częstotliwości łączeniowych przeznaczone są dławiki typu AD1W produkowane na rdzeniach z materiału amorficznego.

W tabeli 2. zestawiono parametry techniczne dławików AD1W oraz ED1W o identycznych danych znamionowych, wykonanych na rdzeniach z różnych materiałów magnetycznych.

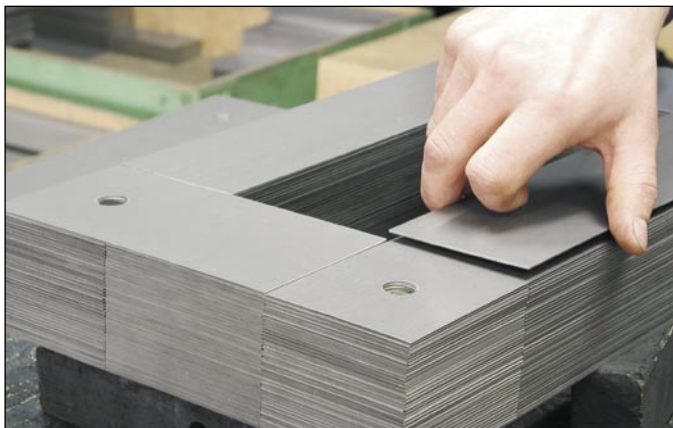
Dławik AD1W-0,5/70 został wyprodukowany w Elhand Transformatory, nato-



Rys. 2. Rdzeń typu AMCC POWERLITE C-Cores wykonany ze stopu amorficznego [5]

reklama





Rys. 3. Rdzeń dławika jednofazowego pakietowany z blach transformatorowych

miast dławik typu ED1W-0,5/70 został zaprojektowany tylko w celu porównania.

W celu zmniejszenia dużych strat w tradycyjnym rdzeniu dławika ED1W silnie ograniczono wartość indukcji w rdzeniu do



Rys. 4. Dławik typu AD1W – 0,5 mH/70 A_{dc}, f_{ac} = 10 kHz z rdzeniem z materiału amorficznego, pracujący na wyjściu przerywacza prądu stałego

Tabela 2. Parametry techniczne dławików typu AD1W oraz ED1W pracujących w obwodach energoelektronicznych [6]

	AD1W – 0,5/70	ED1W – 0,5/70
Indukcyjność	0,5 mH	
Prąd znamionowy	70 A _{dc}	
Składowa zmienna prądu	50 A _{ac} p-p, f _{ac} = 10 kHz	
Klasa temperaturowa izolacji	T40E (T _{max} = 120°C, Δt _{max} = 75 K)	
Straty w uzwojeniu	124 W	161 W
Straty w rdzeniu	74 W	123 W
Maksymalna temperatura dławika	102°C	107°C
Materiał rdzenia	METGLAS 2605SA1	M089-27N
Wymiary dławika L x B x H	140 x 180 x 180 mm	280 x 240 x 370 mm
Masa Fe	~ 7,1 kg	~ 37,8 kg
Masa Cu	~ 4,9 kg	~ 20,9 kg



Rys. 5. Dławik typu ED1W – 0,5 mH/70 A_{dc}, f_{ac} = 10 kHz zaprojektowany z rdzeniem z klasycznej stali transformatorowej

wartości ~0,15 T i zastosowano 4 szczeliny powietrzne w każdej kolumnie. Zabieg ten powoduje wzrost zużycia blachy transformatorowej i miedzi. Wykonanie dławika jest bardzo pracochłonne. Zastosowanie nowoczesnego rdzenia z materiału amorficznego pozwala ograniczyć głównie straty w rdzeniu oraz tak zwane straty dodatkowe przy relatywnie wysokiej indukcji ~1,2 T. Występuje tylko jedna szczelina powietrzna. Rdzeń jest łatwy w montażu – nie ma konieczności pakietowania i cięcia blach. Zasadniczą różnicą natomiast wynika z ilości zużytych materiałów, co skutkuje prawie pięciokrotną redukcją masy dławika.

Literatura

- [1] Barlik R., Nowak M.: *Technika tyrystorowa*, WNT, Warszawa 1994.
- [2] Lachowicz K.H (red.): *Magnetyki amorficzne*, Instytut Fizyki PAN, Warszawa 1983.
- [3] Nafalski A., Janowski T., Stryczewska H., Wac-Włodarczyk A.: *Magnetyki amorficzne jako materiał na rdzenie transformatorów*, „Przegląd Elektrotechniczny”, nr 10-11/1985.
- [4] *Blachy i taśmy elektrotechniczne*, Stalprodukt SA, Bochnia 2004.
- [5] – www.hitachi-metals.co.jp – materiały techniczno-informacyjne.
- [6] Dokumentacje techniczne dławików typu ED1W i AD1W, Elhand Transformatory.



ELHAND TRANSFORMATORY

42-700 Lubliniec

ul. PCK 22

tel. 034-353 17 10, 351 32 20

e-mail: info@elhand.pl

www.elhand.pl