

Medyczne transformatory separacyjne

Mirosław Łukiewski

Separacyjny transformator medyczny jest podstawowym elementem zestawu zasilającego izolowaną sieć elektryczną w pomieszczeniu medycznym. Bezawaryjna praca transformatora separacyjnego w dużym stopniu wpływa na niezawodność całego systemu zasilania gwarantowanego. Dlatego transformatorom tym stawia się bardzo wysokie wymagania techniczne decydujące o bezawaryjnej i bezpiecznej eksploatacji. W artykule przedstawiono jednofazowe i trójfazowe transformatory separacyjne.

Charakterystyka techniczna medycznych transformatorów separacyjnych

Polska norma precyzująca wymagania techniczne dla transformatorów separacyjnych stosowanych do zasilania pomieszczeń medycznych PN-EN 61558-2-15 jest tłumaczeniem angielskiej wersji normy EN 61558-2-15:2001. Nor-

my te są zharmonizowane z dyrektywą nowego podejścia 73/23/EEC Urzędu elektryczne niskonapięciowe (LVD). Transformatory produkowane w ELHAND TRANSFORMATORY spełniają wszystkie wymagania ogólne i bezpieczeństwa najnowszych norm.

Od separacyjnych transformatorów medycznych wymaga się przede wszyst-

kim niezawodnej pracy oraz stabilności parametrów w całym okresie eksploatacji. Transformatory te produkowane są w wykonaniu jednofazowym typ ET1MED i trójfazowym typ ET3MED. Zakres dopuszczalnych mocy określono w normie [2] przedziałem od 0,5 do 10 kVA. Ponadto ograniczono napięcie pierwotne – zasilające, które nie powinno przekraczać 1000 V, a wtórne napięcie wyznaczono maksymalnie do 250 V. Częstotliwość znamionowa medycznych transformatorów separacyjnych nie powinna przekraczać 500 Hz.

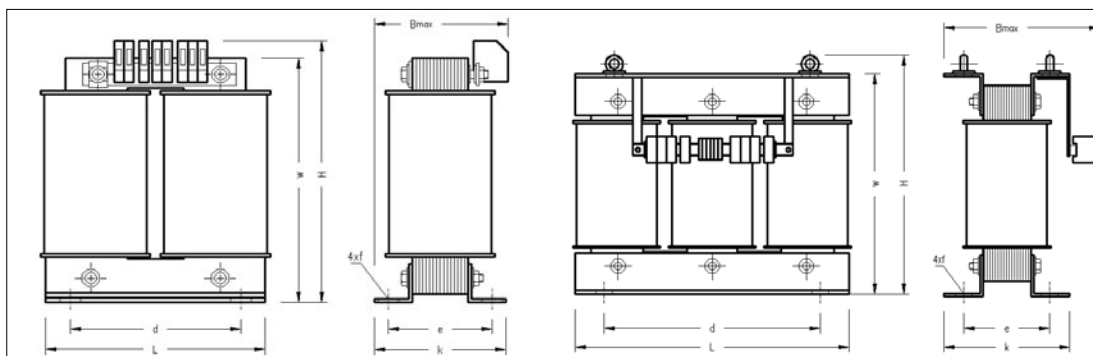
W transformatorach tych stosuje się wzmocnioną izolację, tak by sprostać wymaganiom dotyczącym prądów upływności. Zgodnie z normą [2] prąd upływu uzwojenia wtórnego transformatora do ziemi, mierzony w stanie bez obciążenia, nie powinien przekraczać 0,5 mA. Prąd upływu z ekranu do ziemi, mierzony w stanie obciążenia, nie powinien przekraczać 3,5 mA. Rzeczywiste prądy upływu transforma-

Tabela 1. Podstawowe parametry techniczne transformatorów separacyjnych typu ET1MED

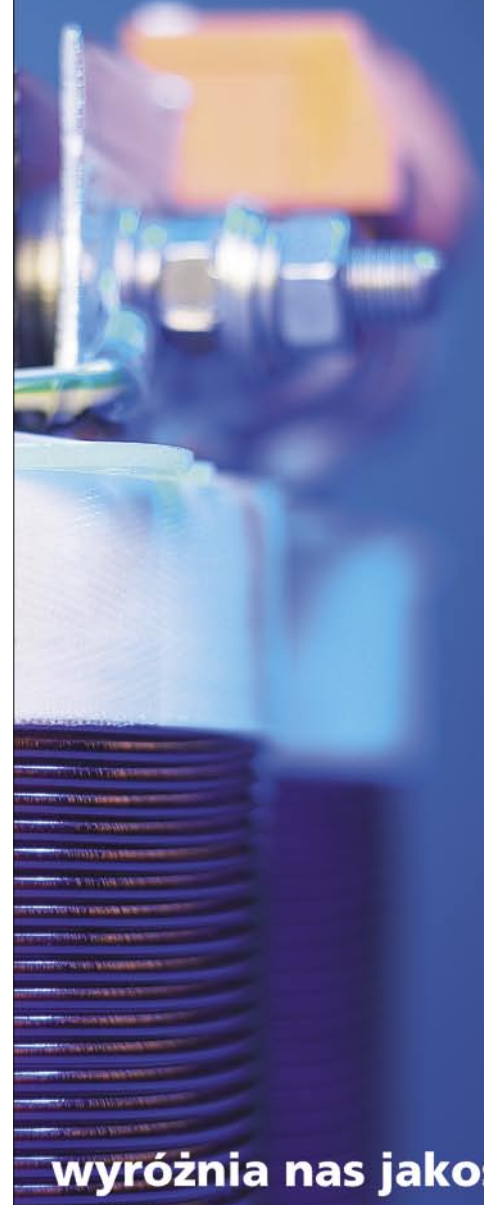
Typ	Moc [kVA]	I_n [A]	ΔP_{fe} [W]	ΔP_{cu} [W]	u_z [% U_n]	i_o [% I_n]	I_{bezp} [A] gG	L [mm]	B_{max} [mm]	H [mm]	d [mm]	e [mm]	k [mm]	w [mm]	f [mm]	Masa [kg]
ET1MED – 2,5	2,5	11,3	10	86	2,72	0,95	16	200	180	280	140	145	177	258	11 x 15	29
ET1MED – 3,15	3,15	14,1	15	118	2,78	0,92	25	200	200	280	140	171	203	258	11 x 15	33
ET1MED – 4,0	4,0	18	19	129	2,57	0,89	25	240	180	325	200	140	178	305	11 x 15	41
ET1MED – 5,0	5,0	22,5	22	171	2,57	0,79	35	240	195	325	200	155	193	305	11 x 15	46
ET1MED – 6,3	6,3	28,3	23	212	2,42	0,67	35	240	195	325	200	155	193	305	11 x 15	50
ET1MED – 8,0	8,0	35,7	29	222	2,23	0,84	50	280	210	370	240	166	208	356	11 x 15	62

Tabela 2. Podstawowe parametry techniczne transformatorów separacyjnych typu ET3MED

Typ	Moc [kVA]	I_n [A]	ΔP_{fe} [W]	ΔP_{cu} [W]	u_z [% U_n]	i_o [% I_n]	I_{bezp} [A] gG	L [mm]	B_{max} [mm]	H [mm]	d [mm]	e [mm]	k [mm]	w [mm]	f [mm]	Masa [kg]
ET3MED – 2,5	2,5	3,7	28	60	2,8	1,9	6	300	190	285	240	145	177	258	11 x 15	43
ET3MED – 3,15	3,15	4,7	32	80	2,9	1,8	10	300	200	285	240	160	192	258	11 x 15	49
ET3MED – 4,0	4,0	6,0	38	100	2,6	1,7	10	300	210	285	240	171	203	258	11 x 15	53
ET3MED – 5,0	5,0	7,5	39	125	2,9	1,7	16	360	245	360	310	140	178	305	11 x 15	62
ET3MED – 6,3	6,3	9,4	40	160	2,8	1,7	16	360	250	360	310	140	178	305	11 x 15	65
ET3MED – 8,0	8,0	12,0	51	210	2,9	1,6	20	420	285	415	370	166	208	356	11 x 15	88
ET3MED – 10,0	10,0	14,9	60	220	2,6	1,6	25	420	300	415	370	181	223	356	11 x 15	106



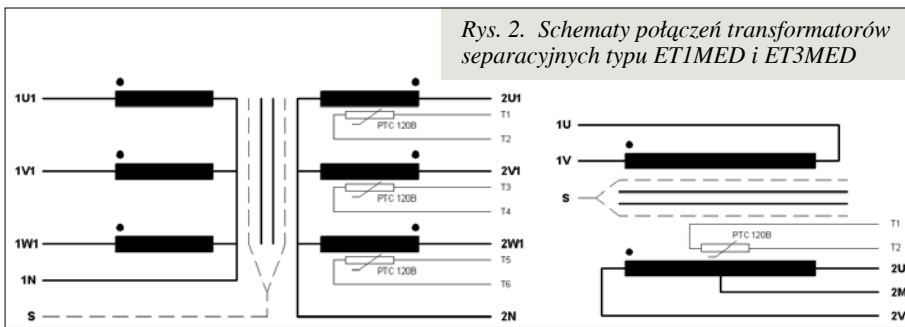
Rys. 1. Szkice wymiarowe transformatorów separacyjnych typu ET1MED i ET3MED



wyróżnia nas jakość

elhand 
TRANSFORMATORY

ELHAND TRANSFORMATORY
PL 42-700 Lubliniec, ul. PCK 22
tel. +48 34 353 17 10
tel. +48 34 351 32 20
fax +48 34 356 40 03
info@elhand.pl
www.elhand.pl



Rys. 2. Schematy połączeń transformatorów separacyjnych typu ET1MED i ET3MED

torów ETMED mieszczą się w granicy 0,2 mA.

Kolejne wymagania normy [2] dotyczą jałowego napięcia wtórnego, prądu jałowego i napięcia zwarcia. Różnica między napięciem wtórnym w stanie jałowym U_{wj} a napięciem wtórnym w stanie obciążenia U_{wob} , wyrażona w procentach napięcia wtórnego pod obciążeniem, nie powinna przekraczać 5%. Wymaganie to wyrażone jest zależnością (1).

$$100\% \times \frac{U_{wj} - U_{wob}}{U_{wob}} \leq 5\% \quad (1)$$

Prąd w stanie jałowym separacyjnych transformatorów medycznych powinien zostać ograniczony maksymalnie do 3% znamionowego prądu pierwotnego przy zasilaniu napięciem znamionowym, a napięcie zwarcia nie powinno przekroczyć 3% znamionowego napięcia zasilania.

Transformatory typu ET1MED i ET3MED mogą w stanach awaryjnych pracować w przeciążeniu. Dopuszcza się przeciążenie na poziomie $1,6 \times I_n$ w czasie jednej godziny lub $2 \times I_n$ w czasie 45 min. Dopuszczalne przeciążenia wyznaczono podczas badań niszczących przeprowadzonych dla omawianych transformatorów. W układach zasilania pomieszczeń medycznych nad temperaturą uzwojeń transformatora nadzór sprawuje przełącznik współpracujący z czujni-

kiem temperatury. Czujnik wbudowany jest w uzwojenie transformatora. Wskazywanie bieżącej temperatury uzwojeń jest ciągłe, a stany awaryjne sygnalizowane w module i kasie sygnalizacyjnej po przekroczeniu założonej granicy 120°C . Obciążenie transformatora monitorowane jest na bieżąco przez amperomierz, który rejestruje również prąd średni 15-minutowy i prąd maksymalny. Pozwala to na ocenę czynników powodujących wzrost temperatury uzwojeń transformatora. Schematy połączeń uzwojeń transformatorów ET1MED i ET3MED przedstawiono na rys. 2.

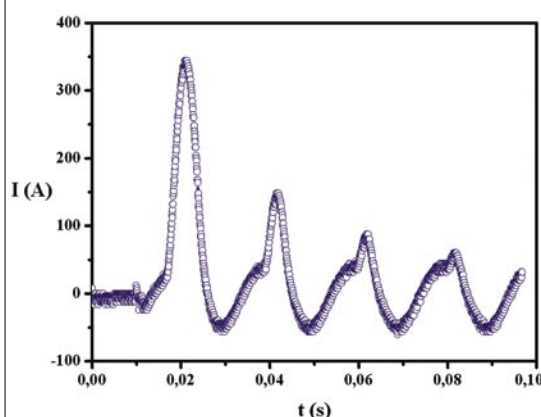
Prąd włączania udarowego transformatorów typu ETMED

Ważnym parametrem, na który zwraca uwagę norma PN-EN 61558-2-15, jest prąd włączania udarowego. Przywołana norma wymaga, aby sama konstrukcja transformatora, bez zastosowania dodatkowych elementów w instalacji, ograniczała wartość prądu włączania udarowego do 12-krotnej wartości szczytowej znamionowego prądu pierwotnego.

Prąd włączania udarowego transformatorów typu ET1MED i ET3MED nie przekracza ustanowionej w normie 12-krotnej wartości szczytowej znamionowego prądu pierwotnego. Ponadto przeprowadzono zgodnie z zaleceniami normy [2] badania transformatorów i dobór zabezpieczeń. W materiałach technicznych udostępnianych przez ELHAND TRANSFORMATORY znajdują się dane techniczne (tabela 1, 2) transformatorów ET1MED i ET3MED oraz dobrane, testowane i zalecane przez producenta wkładki topikowe.

Rys. 3 przedstawia przebieg czasowy prądu włączenia udarowego zarejestrowany podczas sesji pomiarowej [5], dla transformatora typu ET1MED o mocy znamionowej 6,3 kVA. W czasie prac badawczych prze-

Rys. 3. Prąd włączania udarowego transformatora typu ET1MED – 6,3 kVA w stanie jałowym, zasilanego od strony pierwotnej [5]



proawdzono pomiary i zarejestrowano wyniki dla całego szeregu separacyjnych transformatorów medycznych.

Zastosowanie zalecanych przez ELHAND TRANSFORMATORY typów i wartości wkładek topikowych umożliwia wystąpienie niespodziewanych, przypadkowych przerw w zasilaniu spowodowanych nieprawidłowym zadziałaniem zabezpieczeń.

Należy zwrócić uwagę, iż często wycofane lub zastąpione normy obowiązujące niegdyś w niektórych krajach europejskich różnie opisywały prąd włączania udarowego, wykorzystując raz wartość skuteczną, a raz szczytową prądu pierwotnego do definiowania wymaganej wartości prądu włączania. Różnice w zapisie prowadziły często do nieporozumień.

Wprowadzona stosunkowo niedawno norma PN-EN 61558-2-15 nie pozostawia wątpliwości co do wymaganych, a tym samym bezpiecznych wartości prądu włączania udarowego.

Prąd włączania udarowego można, przy pewnych założeniach upraszczających, w przybliżeniu wyznaczyć analitycznie, korzystając z zależności (2, 3, 4).

$$(2) \quad I_{\max} = \frac{U\sqrt{2}}{Z_{z,w}} \left(2 + \frac{B_R}{B_{z,w}} - \frac{B_S}{B_{z,w}} \right)$$

$$(3) \quad Z_{z,w} = \sqrt{R_{z,w}^2 + X_{z,w}^2}$$

$$(4) \quad X_{z,w} = 2\pi f z_{z,w}^2 \mu_0 \frac{S_{z,w}}{L}$$

Konieczna jest jednak znajomość kilku podstawowych wielkości: indukcji nasycenia (B_S), indukcji remanencji (B_R) materiału magnetycznego, z którego wykonany jest rdzeń maszyny oraz indukcji w stanie ustalonym (B), przy której pracuje rdzeń magnetyczny. Ważne są również wymiary cewki transformatora (S, L), częstotliwość napięcia zasilającego (f) i liczba zwojów (z). Indeksy (z, w) występujące w zleżnościach (2, 3, 4) oznaczają założenie, iż zasilane jest uzwojenie zewnętrzne lub wewnętrzne transformatora [5]. ■

Literatura:

[1] Norma PN-EN 61558-1 – *Bezpieczeństwo transformatorów mocy, jednostek zasilających*

i podobnych. Ogólne wymagania i badania.

[2] Norma PN-EN 61558-2-15 – *Bezpieczeństwo transformatorów mocy, jednostek zasilających i podobnych. Szczegółowe wymagania dotyczące transformatorów separacyjnych do zasilania pomieszczeń medycznych.*

[3] Norma IEC 60364-7-710 – *Electrical installations of buildings. Requirements for special installations or locations – medical locations.*

[4] Norma PN-IEC 61557-8 – *Medyczne urządzenia elektryczne. Ogólne wymagania bezpieczeństwa.*

[5] JASIŃSKI L., MACHNIK M.: *Parametry elektromagnetyczne oraz analiza stanów nieustalonych transformatorów małej mocy* – Politechnika Opolska, praca magisterska.

[6] SKORUPSKI S., ŁUKIEWSKI M.: „Napędy i Sterowanie”, nr 6/2001, s. 45.

[7] SKORUPSKI S., ŁUKIEWSKI M.: „Napędy i Sterowanie”, nr 5/2001, s. 38.

Seminarium 7SPE-2005 – „Problemy eksploatacyjne elektroenergetyki, elektromechaniki i energoelektroniki”

Podobnie jak w latach ubiegłych, w dniach 25–27 kwietnia 2005 r. odbędzie się Seminarium 7SPE-2005 „Problemy eksploatacyjne elektroenergetyki, elektromechaniki i energoelektroniki”, na którym omówione zostaną problemy dotyczące: diagnostyki napędów elektrycznych i transformatorów; zabezpieczeń elektroenergetycznych; rynku energii i efektywności ekonomicznej w elektroenergetyce, jakości energii elektrycznej i układów przekształtnikowych.

Na miejsce trzydniowego spotkania wybrano ośrodek wypoczynkowy „Chrobry” w Pokrzywnej koło Głucholaz, rezerwując pierwszy dzień na obrady w Elektrowni Opole w Brzeziu, połączone z jej zwiedzaniem. Zaplanowano również wycieczka do obiektu energetycznego na terenie Czech. Tradycyjnie w programie znajdzie się pogadanka historyczna.

Celem seminarium jest promocja nowych rozwiązań maszyn elektrycznych, urządzeń energoelektronicznych, nowoczesnych systemów sterowania, aparatury łączeniowej, zabezpieczeniowej, aparatury pomiarowej, diagnostycznej jak i wszelkich usług w tym zakresie prowadzących do poprawy niezawodności, jakości eksploatacji i oszczędności zużycia energii.

W dotychczasowych seminariach, poczynając od 1994 r., brało udział średnio ok. 100 uczestników z ok. 40–50

zakładów przemysłowych, przedsiębiorstw energetycznych oraz około 30 uczestników z uczelni technicznych.

Największa frekwencja spodziewana jest w pierwszym dniu, gdyż do uczestników seminarium dołączy część pracowników Elektrowni Opole, Energotestu-Diagnostyka Opole, Energotestu-Energopomiar Gliwice, EnergiaPro i innych Zakładów Energetycznych oraz pracowników i studentów Politechniki Opolskiej. Ważną częścią seminarium stanowią będą pokazy firmowe wyrobów, aparatury i usług diagnostycznych, czy pomiarowych na Stacji Prób Energotestu-Diagnostyka Opole.

W tym roku seminarium współorganizują: Politechnika Opolska, Katedra Automatykacji i Diagnostyki Układów Elektromechanicznych; Energotest-Diagnostyka Opole; Elektrownia Opole SA; EnergiaPro Oddział Opole; Energetyka Ciepła Opolszczyzny SA; Energotest-Energopomiar Gliwice; Oddział Opolski Stowarzyszenia Elektryków Polskich; Oddział Gliwicko-Opolski Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej; Towarzystwo Przyjaciół Politechniki Opolskiej.

Przewodniczącym Komitetu Programowego 7 SPE jest prof. dr hab. inż. Jerzy Hickiewicz, natomiast Komitetowi Organizacyjnemu 7 SPE przewodniczy dr inż. Zbigniew Ławrowski.

Bliższych informacji na temat seminarium udziela inż. Stefania Przybyszewska, tel. 077-453 84 47, w. 139, lub e-mail: stefap@po.opole.pl. Informacja o konferencji na stronie www.spe7.po.opole.pl.