

ENERGETYKA KOPALNIANA	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-82
	Elektryczne urządzenia górnicze Transformatory małej mocy Ogólne wymagania i badania	0466-03
		Grupa katalogowa 0664

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są ogólne wymagania i badania dotyczące jednofazowych transformatorów zasilających małej mocy, do wbudowania stosowanych w elektrycznych urządzeniach górniczych.

1.2. Określenia — wg PN-73/E-06044 i PN-75/E-08105.

1.3. Warunki środowiskowe

Temperatura otoczenia:
najwyższa 40, 55 lub 70 °C,
najniższa -25 °C.

Wilgotność względna w temperaturze 20 °C — średnia miesięczna 90 %.

Zapylenie powietrza — do 400 g/m³.

2. WYMAGANIA

2.1. Napięcie

2.1.1. Znamionowe napięcie pierwotne — wg tabl. 1.

Tablica 1

Znamionowe napięcie pierwotne, V	24	42	127	220	500 ¹⁾	1000 ¹⁾
¹⁾ Zaleca się budowę transformatorów umożliwiającą przyłączenie ich do sieci o napięciu znamionowym 500 i 1000 V.						

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się budowę transformatorów na inne napięcia znamionowe.

2.1.2. Znamionowe napięcia wtórne — wg tabl. 2.

Tablica 2

Znamionowe napięcie wtórne, V	6	12	24	42	110	127	220
-------------------------------	---	----	----	----	-----	-----	-----

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się budowę transformatorów na inne napięcia znamionowe.

2.1.3. Tolerancja napięcia wtórnego. Napięcia wtórne transformatorów przy znamionowym napięciu pierwotnym, znamionowej częstotliwości, obciążeniu mocą znamionową i współczynniku mocy równym jedności nie powinny się różnić od wartości znamionowej więcej niż o 5 % — w przypadku transformatorów, które nie są bezwarunkowo odporne na zwarcia oraz nie więcej niż 10 % — w przypadku transformatorów bezwarunkowo odpornych na zwarcie.

2.1.4. Zmienność napięcia. Transformatory powinny być tak zbudowane, aby różnica między napięciem wtórnym w stanie jałowym i napięciem wtórnym przy obciążeniu mocą znamionową nie przekraczała 10 % — w przypadku transformatorów, które nie są bezwarunkowo odporne na zwarcie, 50 % — w przypadkach transformatorów bezwarunkowo odpornych na zwarcie o mocy do 25 V·A oraz 25 % — w przypadku transformatorów bezwarunkowo odpornych na zwarcie o mocy 25 V·A.

2.1.5. Napięcie zwarcia. Jeżeli na transformatorze oznaczono napięcie zwarcia, to napięcie zmierzone nie powinno odbiegać od wartości podanej więcej niż o 20 %.

2.2. Moce znamionowe — wg tabl. 3.

Tablica 3

Moce znamionowe, V·A															
1	1,6	2,5	4	6,3	10	16	25	40	63	100	160	250	400	630	1000

Zgłoszona przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Systemów Mechanizacji, Elektrotechniki i Automatyki Górniczej
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa i Energetyki dnia 25 marca 1982 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1983 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 12/1982 poz. 25)

Dopuszcza się wykonywanie transformatorów o innych mocach niż podano w tabl. 3.

2.3. Częstotliwość znamionowa. Transformatory powinny być budowane na częstotliwość znamionową 50 Hz.

2.4. Pobór prądu i straty w stanie jałowym — wg PN-73/E-06044.

2.5. Dopuszczalne przyrosty temperatur. Przyrosty temperatur uzwojeń transformatorów przewidzianych do pracy przy temperaturze otoczenia do 40 °C i przy zasilaniu napięciem znamionowym, znamionowym obciążeniu i współczynniku mocy równym jedności nie powinny przekraczać wartości podanych w tabl. 4. Dla transformatorów przewidzianych do pracy w temperaturze otoczenia 55 i 70 °C dopuszczalne przyrosty temperatur należy odpowiednio zmniejszyć o 15 i 30 °C.

Tablica 4

Klasa izolacji uzwojenia wg PN/E-02050 (projekt)		A	E	B	F	H	C
Przyrost temperatury °C	przy pracy znamionowej	60	75	85	105	130	1)
	przy zwarcia i przeciążeniach	110 (60 ²)	135 (100 ²)	145	170	200	

1) W przypadku klasy izolacji C przyrost temperatury jest ograniczony wytrzymałością termiczną przyległych lub sąsiednich izolowanych części.
2) Dla folii celulozowo-octanowych.

2.6. Odporność na zwarcia. Transformatory powinny być tak budowane i zabezpieczone, aby przy napięciu zasilania 0,9; 1,0 i 1,1 U_{zn} wytrzymały bez uszkodzeń zwarcie przy zachowaniu wymagań wg 2.5.

W transformatorze normalnej budowy górniczej jako zabezpieczenie zwarcia należy stosować bezpieczniki lub wyłączniki samoczynne w obwodzie pierwotnym. Zabezpieczenie nie musi być zabudowane bezpośrednio na transformatorze. W przypadku gdy bezpieczniki lub wyłączniki samoczynne w obwodzie pierwotnym nie zapewniają ochrony zwarcia transformatora, należy zastosować zabezpieczenie zwarcia w obwodach wtórnych zabudowanych bezpośrednio na transformatorze.

Transformatory bezwarunkowo odporne na zwarcia powinny spełniać wymagania wg PN-73/E-06044 p. 3.7.2.

2.7. Odporność na przeciążenia. Transformatory powinny być tak zbudowane i zabezpieczone, aby wytrzymały bez uszkodzeń przeciążenia przy napięciu zasilania 0,9; 1,0 i 1,1 U_{zn} . W transformatorze normalnej budowy górniczej należy stosować zabezpieczenia przeciążeniowe (bezpieczniki, wyłączniki samoczynne, ograniczniki temperatury) w obwodach wtórnych. Zaleca się taki dobór zabezpieczeń przeciążeniowych, aby stanowiły one równocześnie zabezpieczenie zwarcia.

Wymaganie to nie dotyczy transformatorów bezwzględnie odpornych na zwarcie.

2.8. Materiały izolacyjne

2.8.1. Ogólne wymagania dla materiałów izolacyjnych — wg PN-75/E-08105 p. 3.1.13a), b) i c).

2.8.2. Rezystancja izolacji w stanie suchym i zimnym nie powinna być mniejsza od wartości podanych w tabl. 5.

Tablica 5

Rodzaj izolacji	Rezystancja izolacji, MΩ	
	transformatory o znamionowym napięciu wtórnym wyższym niż 42 V	transformatory o znamionowym napięciu wtórnym 42 V i niższym
Izolacja między uzwojeniami pierwotnym i wtórnym	20	10
Izolacja między uzwojeniami pierwotnym i rdzeniem	20	10
Izolacja między uzwojeniami wtórnymi	10	5
Izolacja między uzwojeniami wtórnym i rdzeniem	10	5

Rezystancja izolacji po próbie odporności na wilgotne gorąco stałe nie powinna być mniejsza od wartości podanych w tabl. 6.

Tablica 6

Rodzaj izolacji	Rezystancja izolacji, MΩ	
	transformatory o znamionowym napięciu wtórnym wyższym niż 42 V	transformatory o znamionowym napięciu wtórnym 42 V i niższym
Izolacja między uzwojeniem pierwotnym a wtórnym oraz izolacja między uzwojeniem pierwotnym i rdzeniem	5	2
Izolacja między uzwojeniami wtórnymi oraz izolacja między uzwojeniami a rdzeniem	2	2

2.8.3. Wytrzymałość elektryczna izolacji. Izolacja transformatorów powinna wytrzymać w ciągu 1 min bez przebicia lub przeskołu napięcie probiercze przemienne, praktycznie sinusoidalne o wartości wg tabl. 7.

Izolacja transformatorów po próbie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe powinna wytrzymać w ciągu 1 min bez przebicia lub przeskołu napięcie probiercze przemienne, praktycznie sinusoidalne o wartości 0,75 wartości podanych w tabl. 7.

2.8.4. Wytrzymałość elektryczna izolacji międzyzwojowej transformatora — wg PN-73/E-06044 p. 3.10.2.

2.9. Minimalne odstępki izolacyjne po powierzchni materiału i w powietrzu — wg tabl. 8.

2.10. Budowa

2.10.1. Uzwojenia. Obwody pierwotne i wtórne powinny być elektrycznie rozdzielone tak, aby bezpośrednie zetknięcie się uzwojeń pierwotnych i wtórnych było niemożliwe. Uzwojenia powinny być nawinięte ściśle, zaś poszczególne zwoje powinny być ułożone wzajemnie równoległe i nie powinny się krzyżować. Uzwojenia, zwoje i przewody wewnętrzne i zewnętrzne powinny być zabezpieczone przed przemieszczaniem się, poluzo-

waniem lub oberwaniem w czasie eksploatacji, ponadto powinny być zabezpieczone przed przenoszeniem się na nie ewentualnych napiężeń z przyłączanych przewodów zewnętrznych.

Uzwojenia pierwotne i wtórne transformatorów o znamionowym napięciu wtórnym 42 V lub niższym powinny być tak wykonane, aby nie mogły się zetknąć w przypadku przerwania drutu lub uszkodzenia izolacji. Warunek ten należy uznać za spełniony, jeżeli zastosowano jeden z następujących sposobów budowy:

— uzwojenie pierwotne jest nawinięte na innym karkasie izolacyjnym niż uzwojenie wtórne, przy czym obydwa karkasy są sztywno zamocowane względem siebie oraz względem rdzenia,

— uzwojenia pierwotne i wtórne są nawinięte na tym samym karkasie izolacyjnym, ale są przedzielone nieprzesuwym kołnierzem izolacyjnym,

— uzwojenie pierwotne i wtórne jest nawinięte współosiowo na karkasie bez kołnierzy oddzielających,

pod warunkiem że każda warstwa uzwojenia jest oddzielona od poprzedniej warstwy przekładką izolacyjną wystającą poza skrajne zwoje oraz między uzwojeniami na napięcie wyższe niż 42 V a uzwojeniami na napięcie 42 V i niższe przewidziano 2 przekładki izolacyjne z ekranem między nimi.

Ekran powinien być wykonany z folii miedzianej lub w postaci uzwojenia z miedzianego przewodu nieizolowanego. Grubość folii lub średnicę przewodu w zależności od znamionowego prądu zabezpieczenia prądowego w uzwojeniu pierwotnym podano w tabl. 9.

Wykonanie ekranu powinno umożliwiać jego uziemienie. Przewód uziemiający ekran powinien być tak dobrany, aby wytrzymał prąd zwarcia wg 2.6.

Całość powinna być zaimpregnowana lakierem twardniejącym po wysuszeniu, wiążącym poszczególne zwoje.

Tablica 7

Rodzaj izolacji	Napięcie probiercze, V			
	dla transformatorów, których napięcia znamionowe (pierwotne i wtórne) nie przekraczają 42 V	do 220 V	powyżej 220 do 500 V	powyżej 500 do 1000 V
Izolacja między obwodem pierwotnym i rdzeniem oraz między obwodem pierwotnym i ekranem	1000	2000	2500	3500
Izolacja między obwodem wtórnym i rdzeniem oraz między obwodem wtórnym i ekranem	1000	2000	—	—
Izolacja między obwodem pierwotnym i każdym obwodem wtórnym	2000	4000	4500	5500
Izolacja między poszczególnymi obwodami wtórnymi	2000	4000 ¹⁾	—	—

¹⁾ W przypadku transformatorów, których żadne ze znamionowych napięć wtórnych nie przekracza 42 V, napięcie probiercze wynosi 2000 V.

Tablica 8

Rodzaj izolacji	Minimalne odstępki izolacyjne dla obwodów o napięciu znamionowym, mm							
	do 42 V		powyżej 42 do 250 V		powyżej 250 do 500 V		powyżej 500 do 1000 V	
	w powietrzu	po powierzchni	w powietrzu	po powierzchni	w powietrzu	po powierzchni	w powietrzu	po powierzchni
Izolacja między częściami pod napięciem jednego uzwojenia o różnych potencjałach	3	5	5	7	7	10	14	20
Izolacja między częściami pod napięciem strony pierwotnej a częściami pod napięciem strony wtórnej	3	5	10	14	12	15	20	30
Izolacja między częściami pod napięciem obwodu pierwotnego a rdzeniem	3	5	5	7	7	9	14	20
Izolacja między częściami pod napięciem obwodu wtórnego	3	5	5	7	7	9	14	20
Izolacja między częściami pod napięciem różnych obwodów wtórnych	3	5	5	7	7	9	14	20

Tablica 9

Znamionowy prąd zabezpieczenia prądowego	Minimalna grubość folii	Minimalna średnica przewodu
A	mm	
0,1	0,05	0,2
0,5	0,05	0,45
1,0	0,075	0,63
2,0	0,15	0,9
3,0	0,25	1,12
5,0	0,3	1,4

2.10.2. Połączenia i zaciski transformatorów — wg PN-73/E-06044 p. 3.12.4.

Zaciski przyłączeniowe i zaciski ochronne transformatorów o znamionowym napięciu wtórnym 42 V lub niższym powinny spełniać wymagania PN-75/E-08105 p. 3.1.13d) i e), 3.1.15, 3.1.16 i 3.1.17.

Ponadto zaleca się, aby zaciski przyłączeniowe obwodu pierwotnego różniły się wyraźnie kształtem i wielkością od zacisków uzwojeń wtórnych.

2.11. Osprzęt i zabezpieczenia transformatorów o znamionowym napięciu wtórnym 42 V i niższym — wg PN-75/E-08105 p. 3.1.19.

2.12. Przyłączenie przewodów zewnętrznych w transformatorach o znamionowym napięciu wtórnym 42 V i niższym — wg PN-75/E-08105 p. 3.1.20.

2.13. Wytrzymałość na suche gorąco. Transformatory powinny wytrzymywać bez uszkodzeń próbę Bb wg PN-73/E-04550.02 trwającą 72 h, przeprowadzoną

w temperaturze 40, 55 lub 70 °C w zależności od najwyższej znamionowej temperatury otoczenia, w której transformator ma pracować.

2.14. Wytrzymałość na wilgotne gorąco stałe. Transformatory powinny wytrzymywać bez uszkodzeń próbę Ca wg PN-73/E-04550.03 trwającą 10 d.

2.15. Dodatkowe wymagania dla transformatorów stosowanych w układach iskrobezpiecznych — wg PN-73/E-08107.

2.16. Cechowanie — wg PN-73/E-06044 p. 3.15.

W przypadku transformatorów o mocy do 25 V·A, dopuszcza się podanie tylko następujących danych:

- numer niniejszej normy,
- moc transformatora, V·A,
- znamionowe napięcie pierwotne, V,
- znamionowe napięcie wtórne, V.

Transformatory o znamionowym napięciu pierwotnym 127 V lub wyższym i co najmniej jednym napięciu wtórnym 42 V lub niższym powinny być cechowane zgodnie z PN-75/E-08105 p. 3.4.

3. DOKUMENTACJA

Dokumentacja — wg PN-73/E-06044.

4. BADANIA

4.1. Program badań — wg PN-75/E-08105.

4.2. Zakres badań pełnych i niepełnych — wg tabl. 10.

Tablica 10

Lp.	Rodzaj sprawdzenia	Wymaganie wg	Sprawdzenie wg	Zakres badań	
				badanie pełne	badanie niepełne
1	Oględziny	2.16, 2.9, 2.10, 2.8.1	PN-73/E-06044 p. 6.4.1 i 6.4.2	+	+
2	Pomiar rezystancji izolacji	2.8.2	PN-73/E-06044 p. 6.4.3	+	+
3	Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji	2.8.3	4.5.1	+	+
4	Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji	2.8.4	PN-73/E-06044 p. 6.4.6.2	+	+
5	Sprawdzenie poboru prądu i strat w stanie jałowym	2.4	PN-73/E-06044 p. 6.4.7	+	+
6	Sprawdzenie zmienności napięcia	2.1.4	PN-73/E-06044 p. 6.4.8	+	+
7	Sprawdzenie dopuszczalnych przyrostów temperatury	2.5	PN-73/E-06044 p. 6.4.10	+	—
8	Sprawdzenie napięcia zwarcia	2.1.5	PN-73/E-06044 p. 6.4.9	+	—
9	Sprawdzenie tolerancji napięcia wtórnego	2.1.3	PN-73/E-06044 p. 6.4.11	+	—
10	Sprawdzenie odporności na zwarcie	2.6	PN-73/E-06044 p. 6.4.12	+	—
11	Sprawdzenie odporności na przeciążenia	2.7	PN-75/E-08105 p. 6.5.12	+	—
12	Sprawdzenie przyłączenia przewodów zewnętrznych	2.12	PN-73/E-06044 p. 6.4.15	+	—
13	Sprawdzenie minimalnych odstępów izolacyjnych po powierzchni materiału i w powietrzu	2.9	PN-73/E-06044 p. 6.4.16	+	—
14	Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco	2.13	PN-73/E-04550.02	+	—
15	Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe	2.14	4.5.2	+	—
16	Sprawdzenie dodatkowych wymagań dla transformatorów stosowanych w układach iskrobezpiecznych	2.15	PN-72/E-08107	+	—

4.3. Pobieranie próbek — wg PN-75/E-08105.

4.4. Ogólne warunki badań — wg PN-73/E-06044.

4.5. Opis badań

4.5.1. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji należy wykonać napięciem przemiennym, praktycznie sinusoidalnym, przy czym źródło napięcia powinno mieć moc co najmniej 0,5 kV·A. Sprawdzenie należy wykonać doprowadzając napięcie kolejno między części wyszczególnione w tabl. 7.

Początkowo należy przyłożyć napięcie o wartości nie przekraczającej połowy wymaganego napięcia probierczego, a następnie zwiększyć je do wartości całkowitej wg tabl. 7. Zaleca się sprawdzenie izolacji między obwodem pierwotnym i wtórnym oraz między poszczególnymi obwodami wtórnymi wykonać za pomocą dwóch aparatów do prób napięciowych tak, aby sumaryczne

napięcie przykładane do poszczególnych obwodów było zgodne z napięciem podanym w tabl. 7, zaś jeden biegun każdego aparatu był połączony z rdzeniem i ekranem.

4.5.2. Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe przeprowadzić wg PN-73/E-04550.03. Bezpośrednio po wyjściu z komory klimatycznej przeprowadzić pomiar rezystancji izolacji wg PN-73/E-06044 p. 6.4.3, a następnie sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji wg 4.5.1, przy czym zawartość napięcia probierczego należy przyjąć 0,75 wartości podanych w tabl. 7.

4.6. Ocena. Wynik badania należy uznać za dodatni, jeżeli odpowiada on wymaganiom podanym w rozdz. 2.

Transformator należy uznać za odpowiadający wymaganiom normy, jeżeli wszystkie badania podane w tabl. 10 dały wynik dodatni.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Nazwa instytucji opracowującej normę — Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Systemów Mechanizacji, Elektrotechniki i Automatyki Górniczej, Katowice.

2. Normy związane

PN/E-02050 (projekt) Materiały elektroizolacyjne. Klasyfikacja

PN-73/E-04550.02 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.

Próba Bb — suche gorąco

PN-73/E-04550.03 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.

Próba Ca — wilgotne gorąco stałe

PN-73/E-06044 Urządzenia elektroenergetyczne. Transformatory

małej mocy do ogólnego stosowania. Ogólne wymagania i badania

PN-75/E-08105 Urządzenia elektroenergetyczne. Transformatory

ochronne. Wspólne wymagania i badania

PN-72/E-08107 Elektryczne urządzenia przeciwybuchowe. Urządzenia

iskrobezpieczne. Ogólne wymagania i badania

3. Symbol wg SWW — 1113-01.

4. Autorzy projektu normy — mgr inż. Krzysztof Jedziniak, mgr inż. Joanna Ujejska i mgr inż. Zygmunt Krzempek — OBE-SMEAG.