

ENERGOELEKTRYKA	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-82
	Transformatory małej mocy i ochronne w wykonaniach tropikalnych i okrętowych	3083-59
	Wymagania i badania	Grupa katalogowa 0664

SPIS TREŚCI

I. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Określenia

2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

- 2.1. Podział ze względu na rodzaje wykonań środowiskowych i oznaczenia
- 2.2. Podział ze względu na odmiany wykonań środowiskowych i oznaczenia
- 2.3. Podział ze względu na inne kryteria
- 2.4. Sposób budowy oznaczenia
- 2.5. Przykład oznaczenia

3. WYMAGANIA

- 3.1. Wymagania ogólne
- 3.2. Odporność i wytrzymałość na narażenia środowiskowe
- 3.3. Dopuszczalne temperatury otoczenia
- 3.4. Materiały
- 3.5. Części przewodzące prąd
- 3.6. Zabezpieczenie śrub i wkrętów przed samoczynnym odkręcaniem
- 3.7. Odpływ wody kondensacyjnej
- 3.8. Zabezpieczenie przed korozją
- 3.9. Osprzęt
- 3.10. Wymagania dodatkowe dotyczące transformatorów w wykonaniach O i TO
 - 3.10.1. Wymagania ogólne
 - 3.10.2. Zmiennosc napięcia
 - 3.10.3. Dopuszczalne przyrosty temperatury uzwojeń
 - 3.10.4. Rezystancja izolacji w stanie nagrzanym
 - 3.10.5. Wytrzymałość elektryczna izolacji
 - 3.10.6. Stopień ochrony
 - 3.10.7. Uszczelki
- 3.11. Cechowanie

4. DOKUMENTACJA**5. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT**

- 5.1. Pakowanie
- 5.2. Przechowywanie
- 5.3. Transport

6. BADANIA

- 6.1. Rodzaje badań
- 6.2. Zakres badań
- 6.3. Liczność i sposób pobierania próbek
- 6.4. Ogólne warunki wykonania badań
- 6.5. Opis badań
 - 6.5.1. Oględziny
 - 6.5.2. Sprawdzenie budowy i zgodności z dokumentacją
 - 6.5.3. Próba wytrzymałości elektrycznej izolacji
 - 6.5.4. Sprawdzenie zmienności napięcia
 - 6.5.5. Próba nagrzewania
 - 6.5.6. Sprawdzenie zastosowania materiałów, powłok ochronnych i osprzętu przydatnego w warunkach tropikalnych i okrętowych
 - 6.5.7. Próba wytrzymałości i odporności na suche gorąco
 - 6.5.8. Próba odporności na wilgotne gorąco
 - 6.5.9. Próba wytrzymałości i odporności na udary mechaniczne
 - 6.5.10. Próba wytrzymałości i odporności na wibracje sinusoidalne
 - 6.5.11. Próba odporności na lotny piasek
 - 6.5.12. Próba odporności na pył
 - 6.5.13. Próba odporności na nasłonecznienie
 - 6.5.14. Próba odporności na mgłę solną
 - 6.5.15. Próba odporności na wzrost pleśni
 - 6.5.16. Pozostałe próby
- 6.6. Ocena wyników badań

INFORMACJE DODATKOWE

Zgłoszona przez Instytut Elektrotechniki
Ustanowiona przez Pełnomocnika Ministra Hutnictwa i Przemysłu Maszynowego
do spraw Przemysłu Elektrotechnicznego dnia 12 sierpnia 1982 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1983 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 19/1982 poz. 38)

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące transformatorów małej mocy do ogólnego stosowania i ochronnych, suchych, chłodzonych powietrzem lub wypełnionych stałym dielektrykiem, przeznaczonych do pracy na lądzie i instalacjach stacjonarnych morskich w strefach o klimacie tropikalnym oraz na statkach morskich o nieograniczonym rejonie pływania.

1.2. Zakres stosowania normy. Norma dotyczy transformatorów małej mocy i ochronnych wg PN-73/E-06044 i PN-75/E-08105, przeznaczonych do pracy w rejonach wg 1.1.

1.3. Określenia

1.3.1. materiał trudno zapalny i nie podtrzymujący palenia — materiał wytrzymały badania określone w Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich Polskiego Rejestru Statków z 1978 r. cz. XI, rozdz. 5 Załącznik 3 lub 4.

1.3.2. Pozostałe określenia — wg norm związanych wymienionych w niniejszej normie.

2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

2.1. Podział ze względu na rodzaje wykonań środowiskowych i oznaczenia

a) transformatory w wykonaniu tropikalnym dla strefy o klimacie tropikalnym wilgotnym na lądzie — TH,

b) transformatory w wykonaniu tropikalnym dla strefy o klimacie tropikalnym suchym na lądzie — TA,

c) transformatory w wykonaniu tropikalnym dla strefy o klimacie tropikalnym suchym i wilgotnym na lądzie — T,

d) transformatory w wykonaniu tropikalnym dla strefy o klimacie tropikalnym morskim na lądzie i instalacjach stacjonarnych na morzu — MT,

e) transformatory w wykonaniu okrętowym na statki morskie o nieograniczonym rejonie pływania — O,

f) transformatory w wykonaniu tropikalnym i okrętowym dla warunków wg poz. a) ÷ e) — TO.

2.2. Podział ze względu na odmiany wykonań środowiskowych i oznaczenia — wg PN-68/H-04650, przy czym w wykonaniach TH, TA, T i MT stosuje się tylko odmiany 1, 2 i 3, a w wykonaniach O i TO — tylko odmianę 3.

2.3. Podział ze względu na inne kryteria — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105.

2.4. Sposób budowy oznaczenia — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, dodając na końcu wyróżnika oznaczenie rodzaju i odmiany wykonania oraz podając numer niniejszej normy zamiast numerów ww. norm.

2.5. Przykład oznaczenia transformatora małej mocy jednofazowego, klasy I, warunkowo odpornego na zwarcie, z obudową o stopniu ochrony IP22, przeznaczonego do pracy przerywanej przy odłączaniu obciążenia po stronie wtórnej i względnym czasie pracy 40 %, o napięciu pierwotnym 380 V i odczepie na 220 V po stronie pierwotnej, o napięciu wtórnym 24 V, o mocy 250 VA, w wykonaniu tropikalnym i okrętowym dla pracy w pomieszczeniach zamkniętych nieklimatyzowanych:

TRANSFORMATOR MAŁEJ MOCY

T1-k1.I-WZ-IP22-P₁40-380-220/24-250-TO/3 BN-82/3083-59

3. WYMAGANIA

3.1. Wymagania ogólne. Transformatory w wykonaniach tropikalnym i okrętowym powinny spełniać wymagania wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105 oraz wymagania niniejszej normy.

3.2. Odporność i wytrzymałość na narażenia środowiskowe. Transformatory, w zależności od rodzaju i odmiany wykonania, powinny być odporne i wytrzymałe na narażenia środowiskowe występujące w czasie ich eksploatacji zgodnie z tabl. 1, w warunkach prób wg 6.5.7 ÷ 6.5.15.

W przypadku potrzeby zapewnienia odporności transformatora na gryzonie i owady, wymagania w tym zakresie powinny być uzgodnione pomiędzy wytwórcą i zamawiającym.

Transformatory w wykonaniu tropikalnym, niezależnie od rodzaju i odmiany wykonania, powinny ponadto być wytrzymałe na następujące narażenia środowiskowe, występujące w czasie ich transportu statkami morskimi:

a) udary mechaniczne,

b) wibracje sinusoidalne

w warunkach prób wg 6.5.9 i 6.5.10.

Dla transformatorów, których transportowanie przewiduje się drogą lotniczą, wymagana wytrzymałość na występujące w czasie transportu narażenia środowiskowe powinna być uzgodniona pomiędzy zamawiającym i wytwórcą.

Tablica 1. Narażenia środowiskowe występujące w czasie eksploatacji

Czynnik narażeniowy	Rodzaje i odmiany wykonań													
	TH			TA			T			MT			O	TO
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3	3
Suche gorąco	—	—	—	x	x	x	x	x	x	—	—	—	x	x
Wilgotne gorąco	x	x	x	—	—	—	x	x	x	x	x	x	x	x
Udary mechaniczne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x
Wibracje sinusoidalne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x
Pył i piasek	—	—	—	x	x	—	x	x	—	—	—	—	—	—

cd. tabl. 1.

Czynnik narażeniowy	Rodzaje i odmiany wykonań														
	TH			TA			T			MT			O	TO	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3	3	
Nasłonecznienie	x	—	—	x	—	—	x	—	—	x	—	—	—	—	
Mgła solna	—	—	—	x	x	o	x	x	o	x	x	x	x	x	
Pleśń	x	x	x	—	—	—	x	x	x	x	x	x	—	x	
Objaśnienia znaków: „x” — należy uwzględnić dane narażenie, „o” — należy uwzględnić dane narażenie tylko na życzenie zamawiającego, po uzgodnieniu pomiędzy wytwórcą i zamawiającym warunków prób, „—” — nie należy uwzględnić danego narażenia.															

3.3. Dopuszczalne temperatury otoczenia przy pracy długotrwałej, decydujące o dopuszczalnych przyrostach temperatury, należy przyjmować dla poszczególnych wykonań:

TH/1-3 TA/1-3 T/1-3 MT/1-3 O/3 TO/3
 40 °C 55 °C 55 °C 45 °C 50 °C 55 °C

jeżeli w umowie pomiędzy zamawiającym i wytwórcą nie postanowiono inaczej.

3.4. Materiały użyte do budowy transformatorów, w zależności od ich wykonania, powinny być zgodnie z tabl. 1 odporne na działanie wilgoci, mgły solnej i grzybów pleśniowych lub odpowiednio zabezpieczone przed ich szkodliwym działaniem.

Materiały powinny być dobrane zgodnie z Instrukcją ochrony środowiskowej urządzeń elektroenergetycznych przeznaczonych do pracy w warunkach klimatów tropikalnych, przy czym dla wykonania okrętowego (O) powinny być wykonane jak dla wykonania MT.

Ponadto materiały zastosowane w wykonaniach O i TO powinny być trudno zapalne i nie podtrzymujące palenia oraz odporne na pary oleju lub odpowiednio zabezpieczone przed ich szkodliwym działaniem. Materiały izolacyjne powinny być odporne na prądy pełzające w stopniu określonym wskaźnikiem CTI 300 wg PN-74/E-04407.

Dopuszcza się stosowanie innych materiałów nie przewidzianych w ww. Instrukcji, pod warunkiem posiadania atestu stwierdzającego przydatność ich do pracy w odpowiednim środowisku.

3.5. Części przewodzące prąd powinny być wykonane z miedzi lub jej stopów. W wykonaniu TA dopuszcza się wykonywanie tych części z aluminium.

3.6. Zabezpieczenie śrub i wkrętów przed samoczynnym odkręcaniem. Wszystkie śruby i wkręty powinny być w sposób skuteczny zabezpieczone przed samoczynnym odkręcaniem mogącym nastąpić w wyniku działania wibracji i uderów mechanicznych w czasie eksploatacji i/lub transportu.

3.7. Odpyły wody kondensacyjnej należy zapewnić we wszystkich transformatorach mających obudowę.

3.8. Zabezpieczenie przed korozją — wg PN-73/E-06044 lub wg PN-75/E-08105 z tym, że powłoki ochronne powinny być wykonane zgodnie z Instrukcją ochrony środowiskowej urządzeń elektroenergetycznych przeznaczonych do pracy w warunkach klimatów tropikalnych (dla wykonania O jak dla wykonania MT). Powłoki elektrolityczne i konwersyjne powinny speł-

niać wymagania wg PN-80/H-97030, a w wykonaniach O i TO ponadto wymagania wg BN-75/3702-02.

3.9. Osprzęt zastosowany w transformatorach powinien być co najmniej w takim samym wykonaniu środowiskowym jak transformator.

3.10. Wymagania dodatkowe dotyczące transformatorów w wykonaniach O i TO

3.10.1. Wymagania ogólne. Transformatory przeznaczone do zasilania sieci energetycznej i oświetleniowej na statkach powinny spełniać również wymagania wg PN-69/E-06040.

3.10.2. Zmienność napięcia transformatorów przeznaczonych do zasilania sieci energetycznej i oświetleniowej na statkach, powinna być nie większa niż 5 %.

3.10.3. Dopuszczalne przyrosty temperatury uzwojeń przy pracy znamionowej powinny być mniejsze o 5 °C od wartości wynikających z PN-73/E-06044 i PN-75/E-08105 przy uwzględnieniu temperatury otoczenia wg 3.3.

3.10.4. Rezystancja izolacji w stanie nagrzanym w wyniku próby wg 6.5.8 powinna być nie mniejsza niż 2 MΩ.

3.10.5. Wytrzymałość elektryczna izolacji — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105 z tym, że dla izolacji między uzwojeniami oraz między uzwojeniami i korpusem, a także między uzwojeniami i rdzeniem, jeżeli przewiduje się jego uziemienie, napięcie probiercze nie powinno być mniejsze niż 2500 V lub $2U_n + 1000$ V, w zależności od tego, która wartość będzie większa.

Izolacja powinna wytrzymać wymagane napięcia probiercze w stanie nagrzanym w wyniku próby nagrzewania.

3.10.6. Stopień ochrony transformatorów nie powinien być mniejszy niż IP 22 wg PN-79/E-08106. Wymaganie nie dotyczy transformatorów do wbudowania.

3.10.7. Uszczelki służące do zapewnienia odpowiedniego stopnia ochrony powinny być przymocowane do obudowy lub pokrywy.

3.11. Cechowanie. Transformatory powinny mieć tabliczki znamionowe, na których powinny być zamieszczone w sposób trwały i czytelny dane wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105 oraz symbol wykonania środowiskowego i napis „Made in Poland”.

Symbol wykonania środowiskowego powinien podawać łącznie rodzaj i odmianę wykonania wg 2.1 i 2.2 w sposób zgodny z PN-68/H-04650 np. TH/3 lub TA/1-3.

4. DOKUMENTACJA

Dokumentacja — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105.

5. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

5.1. Pakowanie — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, a ponadto, w przypadku transformatorów przeznaczonych na eksport bezpośredni, wg Instrukcji ogólnej COO-11/66.

5.2. Przechowywanie — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, przy czym temperatura powietrza w pomieszczeniu powinna być nie mniejsza niż 5 °C oraz wilgotność względna nie większa niż 75 %, a dla transformatorów w wykonaniu TA — nie większa niż 60 %.

5.3. Transport — wg PN-73/E-06044.

6. BADANIA

6.1. Rodzaje badań — wg PN-73/E-06044 z uwzględnieniem zgodności z niniejszą normą.

6.2. Zakres badań — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105 oraz dla badań pełnych dodatkowo próby podane w tabl. 2, z uwzględnieniem podanej kolejności. Próby odporności na wilgoć i korozję, przewidziane w ww. normach, nie są wymagane dla transformatorów, dla których są wymagane dodatkowe odpowiednie badania odporności na wilgotne gorąco i działanie mgły solnej (odporności na korozję). Również nie wymaga się wykonania oddzielnych prób nagrzewania przy podwyższonym napięciu i odporności na zwarcie lub przeciążenie w przypadkach, gdy próby te są wykonywane w komorze klimatycznej w ramach badań odporności na suche gorąco.

Wymagania sprawdzane przez badania podane w ww. normach powinny również uwzględniać odnośne dodatkowe wymagania zawarte w niniejszej normie, co szczegółowo podano w 6.5.

Zakres badań transformatorów do wbudowania powinien być określony w odnośnej normie przedmiotowej lub uzgodniony pomiędzy wytwórcą i zamawiającym.

Zakres badań transformatorów w wykonaniach O i TO, przeznaczonych do zasilania sieci energetycznej i oświetleniowej na statkach, powinien ponadto obejmować badania przewidziane w PN-69/E-06040.

Tablica 2. Zakres dodatkowych prób dla badań pełnych

Lp.	Próba	Rodzaje i odmiany wykonań														Wymagania wg	Opis badań wg	
		TH			TA			T			MT			O	TO			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3	3			
1	Sprawdzenie zastosowania materiałów, powłok ochronnych i osprzętu przydatnego w warunkach tropikalnych i okrętowych	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3.4; 3.5; 3.8; 3.9	6.5.6
2	Próba wytrzymałości i odporności na suche gorąco	—	—	—	x	x	x	x	x	x	—	—	—	x	x	3.2; 3.10.3; 3.10.4; PN-73/E-06044 p. 3.6 i 3.7 PN-75/E-08105 p. 3.1.7 i 3.1.8	6.5.7	
3	Próba odporności na wilgotne gorąco	x	x	x	—	—	—	x	x	x	x	x	x	x	x	3.2; PN-73/E-06044 p. 3.9 PN-75/E-08105 p. 3.1.10	6.5.8	
4	Próba wytrzymałości na udary mechaniczne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3.2; PN-73/E-06044 p. 3.12.5 PN-75/E-08105 p. 3.1.18	6.5.9	
5	Próba odporności na udary mechaniczne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	3.2; PN-73/E-06044 p. 3.12.5 PN-75/E-08105 p. 3.1.18	6.5.9	
6	Próba wytrzymałości na wibracje sinusoidalne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3.2; PN-73/E-06044 p. 3.12.5 PN-75/E-08105 p. 3.1.18	6.5.10	

cd. tabl. 2

Lp.	Próba	Rodzaje i odmiany wykonań															Wymagania wg	Opis badań wg
		TH			TA			T			MT			O	TO			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3	3			
7	Próba odporności na wibracje sinusoidalne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	3.2; PN-73/E-06044 p. 3.12.5 PN-75/E-08105 p. 3.1.18	6.5.10
8	Próba odporności na lotny piasek	—	—	—	x	x	—	x	x	—	—	—	—	—	—	—	3.2	6.5.11
9	Próba odporności na pył	—	—	—	x	x	—	x	x	—	—	—	—	—	—	—	3.2	6.5.12
10	Próba odporności na nasłonecznienie	x	—	—	x	—	—	x	—	—	x	—	—	—	—	—	3.2	6.5.13
11	Próba odporności na mgłę solną	—	—	—	x	x	o	x	x	o	x	x	x	x	x	x	3.2	6.5.14
12	Próba odporności na wzrost pleśni	x	x	x	—	—	—	x	x	x	x	x	x	—	x	—	3.2	6.5.15

6.3. Liczność i sposób pobierania próbek — wg PN-73/E-06044.

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

6.5. Opis badań

6.5.1. Oględziny — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, przy czym również należy sprawdzić zgodność z wymaganiami 3.3; 3.6; 3.10.7 i 3.11.

6.5.2. Sprawdzenie budowy i zgodności z dokumentacją — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, przy czym również należy sprawdzić zgodność z wymaganiami wg 3.6; 3.7; 3.10.6 i 3.10.7.

6.5.3. Próba wytrzymałości elektrycznej izolacji — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, przy czym dla wykonań O i TO należy stosować napięcia pobiercze (podstawowe) zgodne z 3.10.5.

W badaniach pełnych transformatorów w wykonaniach O i TO próbę podstawową należy wykonać na transformatorach nagranych bezpośrednio po próbie nagrzewania przy podwyższonym napięciu. W badaniach niepełnych próbę wykonuje się w stanie zimnym transformatora.

6.5.4. Sprawdzenie zmienności napięcia — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, przy czym w ocenie wyniku próby transformatorów małej mocy w wykonaniach O i TO należy uwzględnić wymagania wg 3.10.2.

6.5.5. Próba nagrzewania — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105 przy czym w ocenie wyników prób transformatorów w wykonaniach O i TO należy uwzględnić wymagania 3.10.3.

6.5.6. Sprawdzenie zastosowania materiałów, powłok ochronnych i osprzętu przydatnego w warunkach tropikalnych i okrętowych. Należy na podstawie dokumentacji i instrukcji technologicznych oraz atestów sprawdzić spełnienie wymagań wg 3.4; 3.5; 3.8 i 3.9. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli są spełnione powyższe wymagania.

6.5.7. Próba wytrzymałości i odporności na suche gorąco — wg PN-73/E-04550.02 próba Bb z tym, że wytrzymałość i odporność sprawdza się jednocześnie.

W czasie kondycjonowania należy wykonać dla transformatorów bezwarunkowo odpornych na zwarcie próbę odporności na zwarcie wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, a dla pozostałych transformatorów — próbę nagrzewania przy podwyższonym napięciu wg 6.5.5 oraz próbę odporności na zwarcie lub próbę odporności na przeciążenie wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, w zależności od tego, która próba powoduje większe nagrzanie uzwojeń. Temperatura w komorze w czasie kondycjonowania powinna wynosić 55 ± 3 °C. Kondycjonowanie powinno trwać co najmniej przez czas potrzebny do przetrzymania transformatora przez 8 h przy ustalonej temperaturze w czasie próby nagrzewania przy zwarciu lub podwyższonym napięciu.

W czasie kondycjonowania, natychmiast po zakończeniu każdej próby: nagrzewania, odporności na zwarcie lub przeciążenie, należy wykonać badania przewidziane w tych próbach wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105 i ponadto dla wykonań O i TO — po próbie nagrzewania przy podwyższonym napięciu — pomiar rezystancji izolacji wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105.

W badaniach końcowych należy dokonać oględzin.

Nie wymaga się kondycjonowania wstępnego i badań wstępnych oraz regenerowania.

Dopuszcza się wykonanie próby jako dwóch oddzielnych prób: z nagrzewaniem przy podwyższonym napięciu i z próbą odporności na zwarcie lub przeciążenie.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli:

— wyniki prób nagrzewania wg 6.5.5, odporności na zwarcie i odporności na przeciążenie wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105 będą dodatnie,

— dla transformatorów w wykonaniu O i TO rezystancja jakiegokolwiek izolacji nie będzie mniejsza od wartości podanej w 3.10.4,

— nie stwierdzono uszkodzeń i odkształceń transformatorów oraz uszkodzeń powłok ochronnych.

W przypadku braku możliwości wykonania próby nagrzewania w komorze, dopuszcza się zastępczą próbę

polegającą na nagrzewaniu transformatora przy temperaturze otoczenia panującej w laboratorium, lecz przy przeciążeniu lub zwiększeniu napięcia takim, aby temperatura uzwojeń transformatora osiągnęła wartość równą sumie temperatury w komorze (55°C) i przyrostu temperatury zmierzonego w normalnej próbie nagrzewania przy podwyższonym napięciu wg 6.5.3 lub zwarcia wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105. Ocena wyniku prób jak wyżej, lecz bez oceny przyrostów temperatury.

Jeżeli w ciągu 8-godzinnej próby nagrzewania przy zwarcia lub przy podwyższonym napięciu temperatura obudowy transformatora nie wynosiła co najmniej:

82°C dla wykonań TA/1-2 i T/1-2,

67°C dla wykonań O/3 i TO/3,

należy wykonać oddzielną próbę wytrzymałości na suche gorąco wg PN-73/E-04550.02 próba Bb, przy czym temperatura i czas kondycjonowania powinny wynosić:

$85 \pm 3^{\circ}\text{C}$ i 96 h dla wykonania TA/1-2 i T/1-2,

$70 \pm 3^{\circ}\text{C}$ i 8 h dla wykonania O/3 i TO/3.

W badaniach końcowych należy dokonać oględzin.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli nie stwierdzono uszkodzeń i odkształceń transformatorów oraz uszkodzeń powłok ochronnych.

6.5.8. Próba odporności na wilgotne gorąco — wg PN-73/E-04550.04 próba Db (wilgotne gorąco cykliczne) przy górnej temperaturze $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Komora klimatyczna powinna spełniać wymagania wg BN-80/3002-06 p. 3.3.5. Liczba cykli probierczych powinna wynosić w zależności od odmiany wykonania

21 cykli — odmiana 1,

12 cykli — odmiana 2,

6 cykli — odmiana 3.

W badaniach wstępnych i w czasie kondycjonowania w każdym cyklu bezpośrednio przed obniżeniem temperatury należy wykonać:

— pomiar rezystancji izolacji,

— 5-minutową próbę stanu jałowego przy napięciu znamionowym,

— próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji napięciem $0,75$ napięcia probierczego stosowanego w próbie wg 6.5.3 (tylko w ostatnim cyklu).

W badaniach końcowych należy dokonać oględzin.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli:

— rezystancja izolacji w czasie kondycjonowania nie spadła poniżej wartości wymaganych wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105,

— próby stanu jałowego w czasie kondycjonowania nie spowodowały uszkodzenia izolacji, a prądy jałowe i napięcia wtórne nie uległy praktycznie zmianie w stosunku do wartości zmierzonych w badaniach wstępnych,

— próba wytrzymałości elektrycznej izolacji dała wynik dodatni,

— nie stwierdzono po próbie żadnych uszkodzeń i odkształceń elementów z tworzyw sztucznych, śladów korozji oraz uszkodzeń podłoża powłok ochronnych; dopuszcza się niewielkie zmiany barwy lub zmatowienie powłok ochronnych nie powodujące pogorszenia wyglądu zewnętrznego transformatora.

W przypadku braku możliwości wykonania próby Db, dopuszcza się sprawdzenie odporności na wilgotne gorąco wg PN-73/E-04550.03 próba Ca (wilgotne gorąco stałe). Wymagania dotyczące komory klimatycznej, czas kondycjonowania, badania i ocena wyników jak dla próby Db z tym, że cyklowi odpowiada doba i badania w czasie kondycjonowania powinny być wykonywane pod koniec każdej doby. Ponadto w czasie badania transformatorów w obudowach o stopniu ochrony IP 44 i wyższym należy usunąć pokrywę zdejmowalną w czasie eksploatacji.

6.5.9. Próba wytrzymałości i odporności na udary mechaniczne — wg PN-73/E-04550.05 próba Eb. Parametry udarów powinny być następujące:

w próbie wytrzymałości

— przyspieszenie szczytowe — 98 m/s^2 ($10g_n$),

— czas trwania udaru — 16 ms,

w próbie odporności

— przyspieszenie szczytowe — 49 m/s^2 ($5g_n$),

— czas trwania udaru — 50 ms.

Transformatory należy poddać udarom w 3 wzajemnie prostopadłych kierunkach, z których jeden jest równoległy do osi transformatora. Częstotliwość udarów powinna wynosić $40 \div 80$ udarów na min.

W próbie wytrzymałości liczba udarów w każdym kierunku powinna wynosić 1000 ± 10 i transformator powinien być badany w stanie wyłączonym.

W przypadku sprawdzania wytrzymałości na narażenia występujące w czasie transportu, transformator może być badany w opakowaniu.

W badaniach wstępnych, w czasie kondycjonowania w próbie odporności i w badaniach końcowych należy wykonać:

— oględziny,

— próbę stanu jałowego przy napięciu znamionowym,

— pomiar odstępów izolacyjnych (tylko w badaniach końcowych),

— sprawdzenie ochrony przed dostępem do części pod napięciem (tylko w badaniach końcowych).

Wynik prób należy uznać za dodatni, jeżeli:

— nie stwierdzono żadnych uszkodzeń i odkształceń, a także poluzowania połączeń mechanicznych i elektrycznych oraz uzwojeń i przewodów,

— w czasie prób stanu jałowego transformator pracował poprawnie i zmierzone prądy jałowe i napięcia wtórne we wszystkich badaniach były praktycznie jednakowe,

— odstępy izolacyjne nie uległy zmniejszeniu do wartości mniejszych od dopuszczalnych wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105,

— nie została zmniejszona ochrona przed dostępem do części pod napięciem,

— próba wytrzymałości elektrycznej wykonania po próbie wg 6.5.10 dała wynik dodatni.

6.5.10. Próba wytrzymałości i odporności na wibracje sinusoidalne — wg PN-73/E-04550.06 próba F_{cA} lub jeżeli stwierdzono efekty wibracyjne — próba F_{cB1} , z tym że w próbie wytrzymałości pomiar częstotliwości

efektów wibracyjnych należy wykonywać przy wyłączonym transformatorze.

Parametry wibracji powinny wynosić:

— dla częstotliwości $2 \div 13,2$ Hz — amplituda przemieszczenia 1 mm,

— dla częstotliwości $13,2 \div 80$ Hz — amplituda przyspieszenia $6,9 \text{ m/s}^2$ ($0,7g_n$).

Ogólny czas poddawania wibracjom w próbie wytrzymałości F_{cA} powinien wynosić 4,5 h, a czas poddawania wibracjom przy każdej częstotliwości efektów wibracyjnych w próbie wytrzymałości F_{cB1} powinien wynosić 1,5 h.

W przypadku braku możliwości stosowania wibracji o stałej amplitudzie przyspieszenia przy zmieniającej się częstotliwości dopuszcza się stosowanie następujących parametrów wibracji:

częstotliwość	amplituda przemieszczenia
$2 \div 13,2$ Hz	1 mm
$13,2 \div 18$ Hz	0,75 mm
$18 \div 30$ Hz	0,35 mm
$30 \div 80$ Hz	0,075 mm

Ponadto dopuszcza się badanie wytrzymałości w próbie F_{cA} (PN-73/E-04550.06 p. 2.3.1c) przy stałej częstotliwości 25 Hz i amplitudzie przemieszczenia 0,35 mm.

Badania wstępne w czasie kondycjonowania w próbie odporności i końcowe oraz ocena wyniku prób — jak w 6.5.9 z tym, że w badaniach końcowych, przed ewentualnym demontażem transformatora, należy wykonać próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji napięciem 0,75 napięcia probierczego stosowanego w próbie wg 6.5.3.

6.5.11. Próba odporności na lotny piasek — wg BN-80/3002-06 próba L. W czasie kondycjonowania transformator powinien być w stanie wyłączonym i powinien być obracany razem ze stołem probierczym.

W badaniach końcowych należy wykonać:

— próbę stanu jałowego przy napięciu znamionowym,

— oględziny.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli:

— w czasie próby stanu jałowego transformator pracował poprawnie i prądy jałowe oraz napięcia wtórne były praktycznie takie same jak w poprzednich próbach,

— nie stwierdzono uszkodzenia powłok ochronnych,

— nie stwierdzono wewnątrz transformatora obecności piasku na niez izolowanych częściach będących pod napięciem; dopuszcza się nieznaczną ilość piasku na pozostałych częściach.

6.5.12. Próba odporności na pył — wg BN-80/3002-06 próba L. W czasie kondycjonowania transformator powinien być w stanie wyłączonym i powinien być obracany razem ze stołem probierczym.

Badania końcowe i ocena wyniku próby wg 6.5.11.

6.5.13. Próba odporności na nasłonecznienie — wg PN-77/E-04550.17 próba S_{aA} . Liczba cykli powinna wynosić 3, a temperatura powietrza w czasie napromieniowywania w zależności od wykonania transformatora:

40 \pm 2 °C dla wykonań TH/1 i MT/1,
55 \pm 2 °C dla wykonań TA/1 i T/1.

W czasie kondycjonowania transformator powinien być obciążony jak w próbie nagrzewania przy podwyższonym napięciu wg 6.5.5. Ponadto w 2 lub 3 cyklu, w czasie napromieniowywania, należy wykonać próbę zwarcia lub przeciążenia wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105 powodującą największe nagrzanie uzwojeń transformatora.

W badaniach wstępnych i końcowych należy wykonać:

— pomiar rezystancji izolacji przy jednakowych w obu badaniach temperaturach uzwojeń z tolerancją ± 1 °C,

— oględziny.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli:

— w czasie pracy transformatora podczas kondycjonowania nie wystąpiły żadne nieprawidłowości i uszkodzenia,

— wartości rezystancji izolacji w badaniach końcowych nie powinny być mniejsze od wartości zmierzonych w badaniach wstępnych,

— nie stwierdzono uszkodzeń i odkształceń transformatorów oraz uszkodzeń powłok ochronnych; dopuszcza się zmianę barwy powłok lakierniczych.

6.5.14. Próba odporności na mgłę solną — wg PN-76/H-04603. Czas trwania powinien wynosić 96 h. Transformatory w obudowach o stopniach ochrony IP 44 i wyższych należy badać przez $2/3$ czasu trwania próby w stanie zamkniętym i przez pozostałą $1/3$ czasu w stanie otwartym.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli w czasie oględzin po próbie nie stwierdzono śladów korozji podłoża oraz uszkodzeń powłok ochronnych, a oznaczenia i napisy pozostały czytelne. Przy potarciu szmatką powłoki nie powinny ulegać ścieraniu. Dopuszcza się niewielkie zmiany barwy lub zmatowienie powłok ochronnych nie powodujące pogorszenia wyglądu zewnętrznego transformatora.

6.5.15. Próba odporności na wzrost pleśni — wg PN-73/E-04550.09 próba Ja. Badanie należy wykonać na transformatorze z otwartą obudową w celu umożliwienia opryskania wszystkich jego powierzchni.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli w badaniach końcowych nie stwierdzono wzrostu pleśni na powierzchniach zewnętrznych i wewnętrznych transformatora w stopniu większym niż 1.

Dopuszcza się sprawdzenie odporności transformatora na wzrost pleśni przez sprawdzenie na podstawie dokumentacji i atestów zastosowania w transformatorze materiałów odpornych na wzrost pleśni. W tym przypadku transformator należy uznać za odporny na wzrost pleśni, jeśli zastosowane materiały są pleśniodopuszczalne lub dostatecznie pleśniodopuszczalne wg BN-80/3002-06 p. 3.8.4.6.

6.5.16. Pozostałe próby — wg PN-73/E-06044 lub PN-75/E-08105, a dla transformatorów w wykonaniach O i TO, przeznaczonych do zasilania sieci energetycznej

i oświetleniowej na statkach, również wg PN-69/E-06040.

6.6. Ocena wyników badań — wg PN-73/E-06044.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Elektrotechniki.
2. Normy i dokumenty związane
 - PN-74/E-04407 Materiały elektroizolacyjne stałe. Badanie odporności na prądy pełzające metodą kropłową
 - PN-73/E-04550.02 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba B — suche gorąco
 - PN-73/E-04550.03 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba Ca — wilgotne gorąco stałe
 - PN-73/E-04550.04 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba D — wilgotne gorąco cykliczne
 - PN-73/E-04550.05 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba E — udary mechaniczne
 - PN-73/E-04550.06 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba Fc — wibracje sinusoidalne
 - PN-73/E-04550.09 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba J — pleśń
 - PN-77/E-04550.17 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba Sa — nasłonecznienie
 - PN-69/E-06040 Transformatory. Ogólne wymagania i badania
 - 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-79/E-08106 Obudowy urządzeń elektrotechnicznych. Stopnie ochrony. Podział, wymagania i badania
 - PN-76/H-04603 Korozja metali. Badania laboratoryjne przyspieszone w obojętnej mgłę solnej
 - PN-68/H-04650 Klasyfikacja klimatów. Rodzaje wykonania wyrobów technicznych
 - PN-80/H-97030 Ochrona przed korozją. Powłoki elektrolityczne i konwersyjne dla wyrobów przeznaczonych do użytkowania w warunkach klimatu tropikalnego
 - BN-80/3002-06 Urządzenia elektroenergetyczne w wykonaniu tropikalnym. Próby środowiskowe
 - BN-75/3702-02 Elektrolityczne powłoki metalowe w okrętownictwie
 - Instrukcja ochrony środowiskowej urządzeń elektroenergetycznych przeznaczonych do pracy w warunkach klimatów tropikalnych Instytut Elektrotechniki Oddział Wrocław, 1977
 - COO-11/66 Instrukcja ogólna. Opakowania eksportowe. Czasowe zabezpieczenie wyrobów elektrotechnicznych i sprzętu teletechnicznego przed korozją
 - Przepisy klasyfikacji i budowy statków morskich. Część XI. Załączniki 3 i 4. Polski Rejestr Statków, 1978
3. Normy i dokumenty o tematyce związanej z niniejszą normą
 - PN-73/E-04550.00 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Postanowienia ogólne
 - BN-74/3021-01 Transformatory przeznaczone na eksport do stref o klimacie tropikalnym. Wymagania i badania
 - Przepisy klasyfikacji i budowy statków morskich. Część XI. Polski Rejestr Statków, 1978
 - Próby środowiskowe wyposażenia statków. Polski Rejestr Statków, 1975
4. Zalecenia międzynarodowe
 - IEC Publication 92: Electrical Installation in Ships
5. Autorzy projektu normy — mgr inż. Bogdan Ignasiak — Instytut Elektrotechniki, mgr inż. Jan Nowak — Fabryka Aparatury Elektrycznej EFA, inż. Alicja Woźniakowska — Instytut Elektrotechniki.