

ELEKTROENERGETYKA	NORMA BRANŻOWA	BN-67
	Lakier i emalie elektroizolacyjne poliuretanowe do pokrywania uzwojeń maszyn i aparatów elektrycznych	3078-07
	Wymagania i badania techniczne	Grupa katalogowa VI 39

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są lakiery i emalie elektroizolacyjne poliuretanowe schnące na powietrzu odporne na łuk elektryczny.

1.2. Zakres stosowania przedmiotu normy. Lakier oraz emalie przeznaczone są do pokrywania uzwojeń i innych części wewnętrznych urządzeń elektrycznych klasy izolacji A, E, B i F pracujących w warunkach klimatów: umiarkowanego, morskiego i tropikalnego.

Dopuszcza się stosowanie lakieru i emalii w układach elektrycznych pracujących w środowisku agresywnych atmosfer chemicznych.

W przypadkach gdy powłoki poliuretanowe nakłada się na podłoże metalowe, zaleca się, w celu zwiększenia przyczepności powłok do podłoża, stosowanie farby podkładowej poliwinylowej lub farby reaktywnej do gruntowania żółtej.

1.3. Normy związane

- PN/C-04007 Przetwory naftowe. Temperatura zapłonu. Pomiar metodą Abła-Pensky'ego
- PN-67/C-04010 Przetwory naftowe. Destylacja normalna. Oznaczanie składu frakcyjnego
- PN-62/C-04539 Rozpuszczalniki i rozcieńczalniki lakiernicze. Metody badań
- PN-62/C-81400 Wyroby lakierowe. Pakowanie, przechowywanie i transport
- PN-53/C-81500 Wyroby lakierowe. Pobieranie próbek jednostkowych i przygotowanie średniej próbki laboratoryjnej
- PN-65/C-81503 Wyroby lakierowe. Wstępne próby techniczne
- PN-64/C-81508 Oznaczanie lepkości kubkiem wypływowym typ Forda
- PN-53/C-81519 Wyroby lakierowe. Określanie czasu schnięcia
- PN-66/C-81521 Wyroby lakierowe. Badanie odporności powłok lakierowych na zmatowienie i spękanie pod wpływem działania wody oraz oznaczanie nasiąkliwości
- PN-53/C-81530 Wyroby lakierowe. Oznaczanie względnej twardości powłok lakierowych
- PN-65/C-88028 Octan etylu techniczny
- PN-65/C-97003 Toluen

- PN-67/E-04350 Urządzenia elektroenergetyczne w wykonaniu tropikalnym. Metody badań odporności klimatycznej i mechanicznej
- PN-67/E-04410 Lakiery elektroizolacyjne do nasycania uzwojeń. Badania techniczne
- PN-60/E-04411 Lakiery i emalie elektroizolacyjne do pokrywania uzwojeń maszyn i aparatów elektrycznych. Badania techniczne
- BN-66/6026-27 Produkty organiczne. Cykloheksanon
- Pozostałe normy związane podano w tabl. 1 i 2.

2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

2.1. Rodzaje. Rozróżnia się następujące rodzaje wyrobów elektroizolacyjnych poliuretanowych:

- Lakier elektroizolacyjny DDL 311 FT/00,
- Emalia elektroizolacyjna szara DDL 311 FT/14,
- Emalia elektroizolacyjna czerwona DDL 311 FT/441.

2.2. Podział składników wyrobu. Wyroby wymienione w 2.1 otrzymuje się przez zmieszanie dwóch lub trzech niżej wymienionych składników:

- L1 - składnik I lakieru, stanowiący roztwór żywicy poliestrowej,
- E1/14, E1/441 - składniki I emalii, stanowiące pigmentowany roztwór żywicy poliestrowej,
- LE2 - składnik II lakieru lub emalii, stanowiący roztwór żywicy izocyjanianowej,
- E3 - składnik III emalii, stanowiący mieszaninę octanu etylu (gatunek I) wg PN-65/C-88028, cykloheksanonu wg BN-66/6026-27 i toluenu wg PN-65/C-97003 w proporcji wagowej 2:2:1.

2.3. Przykład oznaczenia

- a) składnika L1 lakieru elektroizolacyjnego DDL:
LAKIER ELEKTROIZOLACYJNY DDL 311 FT/00 L1¹⁾
BN-67/3078-07
- b) składnika E1/14 emalii elektroizolacyjnej DDL szarej:
EMALIA ELEKTROIZOLACYJNA DDL szara 311 FT/14
E1/14¹⁾ BN-67/3078-07

¹⁾ Dopuszcza się stosowanie symbolu handlowego wyrobu wg aktualnego cennika wydanego przez Przedsiębiorstwo Obrotu Farbami i Lakierami "Chemifarb" w Gliwicach.

3. WYMAGANIA I BADANIA

3.1. Wymagania techniczne i metody badań dla składników podano w tabl. 1.

3.2. Trwałość składników. Składniki L1, E1/14, E1/441, LE2 powinny spełniać wymagania wymienione w normie w ciągu 6 miesięcy, licząc od daty produkcji. Dopuszcza się w tym okresie wzrost lepkości składników L1 i E1 najwyżej o 20% oraz wzrost zawartości składników nielotnych w składniku LE2 najwyżej o 10%.

Wyparowany w czasie składowania rozpuszczalnik należy uzupełnić:

- w składnikach L1 i E1 stosując składnik E3 wg 2.2,
- w składniku LE2 stosując techniczny octan etylu (gatunek I) wg PN-65/C-88028.

3.3. Wymagania techniczne i metody badań dla wyrobów podano w tabl. 2.

Tablica 1. Wymagania dotyczące składników

Lp.	Wymagania	Składniki				Metody badań wg
		L1	E1/14 i E1/441	LE2	E3	
1	Jednolitość	zgodnie z PN-60/E-04411 p. 2.1.1	zgodnie z PN-65/C-81503 p. 2.2.2	zgodnie z PN-65/C-81503 p. 2.2.1	zgodnie z PN-60/E-04411 p. 2.1.1	PN-60/E-04411 PN-65/C-81503
2	Rozcieńczalność przy rozcieńczaniu składnikiem E3	-	zgodnie z PN-60/E-04411 p. 2.3	-	-	PN-60/E-04411
3	Zawartość substancji nielotnych, %	29÷33	-	70÷80	-	3.7.1 3.7.2
4	Lepkość, sek	60÷80	-	-	-	3.7.3
5	Lotność względem eteru	-	-	-	17÷37	PN-62/C-04539
6	Temperatura zapłonu, °C, co najmniej	-	-	-	5	PN/C-04007
7	Destylacja normalna					
	- początek destylacji, °C	-	-	-	76÷78	PN-67/C-04010
	- 94% produktu powinno przestygnąć do temperatury, °C	-	-	-	154÷155	

Tablica 2. Wymagania dotyczące wyrobów

Lp.	Wymagania	Wyroby		Metody badań wg
		Lakier DDL 311 FT/00	Emalie DDL 311 FT/14 i 311 FT/441	
1	Wstępne próby techniczne	zgodnie z		PN-65/C-81503
2	Lepkość, sek	95÷105	90÷100	3.7.3
3	Zawartość substancji nielotnych, %	50 ± 3	-	PN-67/E-04410
4	Rozcieńczalność przy rozcieńczaniu składnikiem E3	nie powoduje wytrącenia, rozwarstwienia lub zmętnienia	nie powoduje rozwarstwienia lub zmętnienia	PN-60/E-04411
5	Zawartość zanieczyszczeń na powłoce	dopuszczalne ślady drobnych zanieczyszczeń		
6	Czas schnięcia powłoki w temperaturze 20 ± 2°C do osiągnięcia stanu praktycznie całkowitego wyschnięcia, godz, najwyżej	6		PN-53/C-81519
7	Nasiąkliwość powłoki po 24 godz zanurzenia w wodzie, %, najwyżej	2,5	3	PN-66/C-81521
8	Odporność powłoki na olej transformatorowy	niedopuszczalne zmatowienie, spęcherzenie lub uszkodzenie powłoki ołówkiem twardości HB		PN-60/E-04411
9	Wytrzymałość powłoki na zginanie - wytrzymuje zginanie na sworzniu o średnicy, mm	1		
10	Wytrzymałość powłoki na zginanie po przyspieszonym starzeniu w temperaturze 175 ± 3°C po 168 godz - wytrzymuje zginanie na sworzniu o średnicy, mm	1		3.7.4
11	Twardość względna powłoki, co najmniej	0,6		PN-53/C-81530

cd. tabl. 2

Lp.	Wymagania	Wyroby		Metody badań wg
		Lakier DDL 311 FT/00	Emalie DDL 311 FT/14 i 311 FT/441	
12	Mięknienie powłoki w temperaturze 155°C	sączek nie powinien przylepiać się do powłoki; dopuszczalne ślady włókien i odcisk sączka na powłoce		PN-60/E-04411
13	Wytrzymałość dielektryczna powłoki, kV/mm, co najmniej			
	- w temperaturze 20 ± 5°C, przy wilgotności względnej 65 ± 5%	70	60	
	- w temperaturze 155°C	30	30	
	- po 24 godz zanurzenia w wodzie	40	25	
	- po 120 godz zanurzenia w wodzie	30	25	
14	Oporność właściwa skrośna powłoki, Ω · cm, co najmniej			
	- w temperaturze 20 ± 5°C przy wilgotności względnej 65 ± 5%	10 ¹⁴		
	- po 24 godz zanurzenia w wodzie	10 ¹¹		
15	Odporność powłoki na łuk elektryczny, sek, co najmniej	6		
16	Odporność powłoki na działanie gorącego wilgotnego powietrza po 28 i 56 dniach	bez zmian		PN-67/E-04350
	a) wygląd powłoki			PN-60/E-04411
	b) wytrzymałość dielektryczna powłoki, kV/mm, co najmniej	40 - po 28 dniach 30 - po 56 dniach		
	c) elastyczność powłoki	3 - po 28 dniach 5 - po 56 dniach.		
	- wytrzymuje zginanie na sworzniu o średnicy, mm	dopuszcza się pękanie powłoki na podłożu stalowym, jeżeli oddzielona powłoka spełnia wymagania		
17	Odporność powłoki na działanie gorącego suchego powietrza po 2 i 4 cyklach	bez zmian		PN-67/E-04350
	a) wygląd powłoki			PN-60/E-04411
	b) wytrzymałość dielektryczna powłoki, kV/mm, co najmniej	40		
	c) elastyczność powłoki	3		
	- wytrzymuje zginanie na sworzniu o średnicy, mm	dopuszcza się pękanie powłoki na podłożu stalowym, jeżeli oddzielona powłoka spełnia wymagania		
18	Odporność powłoki na działanie grzybów pleśniowych, najwyżej	4		PN-67/E-04350

3.4. Program badań. Ustala się dwa rodzaje badań:

a) badania pełne, polegające na sprawdzeniu zgodności ze wszystkimi wymaganiami podanymi w tabl. 1 i 2; badania należy wykonywać co najmniej raz w roku oraz przy każdej zmianie stosowanych surowców i metod technologicznych mogących mieć wpływ na wyniki badań,

b) badania niepełne, polegające na sprawdzeniu zgodności ze wszystkimi wymaganiami wymienionymi w tabl. 1 oraz z wymaganiami podanymi w tabl. 2, dotyczącymi:

- jednolitości,
- lepkości,
- zawartości substancji nietłotnych,
- zawartości zanieczyszczeń na powłoce,
- czasu schnięcia,
- nasiąkliwości powłoki pod wpływem działania wody,

- wytrzymałości powłoki na zginanie,
- wytrzymałości powłoki na zginanie po przyspieszonym starzeniu,
- twardości względnej powłoki,
- mięknienia powłoki w temperaturze 155°C,
- wytrzymałości dielektrycznej powłoki w temperaturze 20°C i 155°C po 24 godz zanurzenia w wodzie.

3.5. Pobieranie próbek jednostkowych i przygotowanie średniej próbki laboratoryjnej. Z opakowań wybranych wg PN-53/C-81500 pobrać dla każdego składnika po jednej próbce jednostkowej i dla każdego przygotować średnią próbkę laboratoryjną zgodnie z PN-53/C-81500.

3.6. Przygotowanie powłok do badań

3.6.1. Przygotowanie wyrobu. Bezpośrednio przed malowaniem należy zmieszać składniki lakieru lub emalii wg proporcji podanych w tabl. 3, przy czym

składnik III emalii (E3) należy dodać w ilości 20 ÷ 25 części wagowych przy nakładaniu pędzlem, a w ilości 40 ÷ 45 części wagowych przy nakładaniu przez natrysk.

Przygotowany do badań wyrób lakierowy powinien być zużyty w czasie nie dłuższym niż 8 godz od chwili zmieszania składników.

Tablica 3. Skład wyrobów elektroizolacyjnych poliuretanowych

Rodzaje wyrobu	Składniki				
	L1	E1/14	E1/441	LE2	E3
Lakier elektroizolacyjny DDL 311 FT/00	70	-	-	30	-
Emalia elektroizolacyjna szara DDL 311 FT/14	-	37	-	25	20÷45
Emalia elektroizolacyjna czerwona DDL 311 FT/441	-	-	37	25	20÷45

3.6.2. Rozcieńczalnik. Do rozcieńczania lakieru lub emalii należy stosować składnik E3 wg 2.2.

3.6.3. Przygotowanie powłok. Powłoki należy przygotować zgodnie z PN-60/E-04411 p. 2.4, stosując badany lakier lub emalię przygotowaną wg 3.6.1, przy czym emalię należy stosować przygotowaną jak do natrysku. Powłoki suszyć przez 6 godz w temperaturze $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Powłoki powinny mieć grubość 50 ÷ 70 μm .

3.6.4. Aklimatyzacja powłok. Powłoki przed wykonaniem badań należy aklimatyzować przez 168 godz w temperaturze $20 \pm 2^\circ\text{C}$, przy wilgotności względnej powietrza $65 \pm 5\%$.

3.6.5. Pomiar grubości powłok należy wykonać wg PN-60/E-04411 p. 2.4.6.

3.6.6. Liczba powłok do badań. Powłoki należy przygotować w liczbie zgodnej z PN-60/E-04411 tabl. 1.

Dodatkowo należy przygotować:

- 10 powłok na płytkach miedzianych o wymiarach 35 × 25 mm - przeznaczonych do badania odporności na pleśń,
- 3 powłoki na płytkach miedzianych o wymiarach 100 × 30 mm - przeznaczone do badania wytrzymałości na zginanie po klimatyzacji cyklicznej,
- 3 powłoki na płytkach miedzianych lub stalowych o wymiarach 150 × 100 mm - przeznaczone do badania wytrzymałości dielektrycznej po klimatyzacji cyklicznej,
- 3 powłoki na płytkach miedzianych lub stalowych o wymiarach 150 × 30 mm - przeznaczone do badania wyglądu powłok po klimatyzacji cyklicznej.

3.7. Opis badań

3.7.1. Oznaczanie zawartości substancji nielotnych w składniku L1 należy przeprowadzić zgodnie z PN-67/E-04410.

3.7.2. Oznaczanie zawartości substancji nielotnych w składniku LE2

3.7.2.1. Przygotowanie roztworu aminy. 65 g bezwodnej destylowanej dwuizobutyloaminy (temperatura wrzenia $137 \div 142^\circ\text{C}$) lub dwubutyloaminy (temperatura wrzenia $157 \div 162^\circ\text{C}$) wysuszonej nad chlorkiem wapniowym należy rozcieńczyć przesączo- nym chloro-benzenem w kolbie pomiarowej pojemności 250 ml.

3.7.2.2. Wykonanie ślepej próby. Do kolby stożkowej pojemności 300 ml należy odmierzyć pipetą 25 ml roztworu aminy, dodać 150 ml etanolu lub metanolu i miareczkować 1n roztworem kwasu solnego wobec błękitu bromofenolowego do koloru żółtego, odczytując objętość zużytego kwasu.

3.7.2.3. Oznaczanie zawartości grup NCO. Do kolby stożkowej pojemności 300 ml należy odmierzyć pipetą 25 ml 2n roztworu aminy przygotowanego wg 3.7.2.1, odważyć 9 ÷ 10 g badanego składnika LE2, następnie dodać około 20 ml chlorobenzenu, a po 5 ÷ 15 min rozcieńczyć 100 ml etanolu lub metanolu. Roztwór miareczkować 1n roztworem kwasu solnego wobec błękitu bromofenolowego do koloru żółtego, odczytując objętość zużytego kwasu. Jeżeli pod koniec miareczkowania zaobserwuje się wytrącenie osadu, należy dodać nieco alkoholu oraz ogrzać roztwór.

Zawartość grup NCO (x) obliczyć w procentach wg wzoru

$$x = \frac{(a-b) \cdot 4,2}{c} \quad (1)$$

w którym:

- a - objętość 1n roztworu kwasu solnego zużytego do miareczkowania w ślepej próbie, ml,
- b - objętość 1n roztworu kwasu solnego zużytego do miareczkowania próbki, ml,
- c - odważka składnika LE2, g,
- 4,2 - współczynnik przeliczeniowy.

3.7.2.4. Wykonanie oznaczania zawartości substancji nielotnych. Do wysuszonego naczynia wagowego odważyć 1 g składnika LE2 z dokładnością do 0,001 g, dodając natychmiast czysty bezwodny alkohol n-butylovym. Zawartość naczynia wymieszać dokładnie pałeczką szklaną, którą następnie spłukać alkoholem n-butylovym. Do oznaczania należy zużyć 5 ÷ 8 ml alkoholu n-butylovym. Roztwór pozostawić przez 1 godz w temperaturze pokojowej, a następnie umieścić na 4 godz w suszarce ogrzanej do temperatury $140 \pm 3^\circ\text{C}$. Po wyjęciu z suszarki prze- nieść do eksykatora zawierającego chlorek wapniowy, oziębić do temperatury pokojowej i zważyć z dokładnością do 0,001 g.

Zawartość substancji nielotnych (y) obliczyć w procentach wg wzoru

$$y = \frac{(a - 0,017603 \cdot b \cdot x) \cdot 100}{b} \quad (2)$$

w którym:

- a - masa próbki po oznaczaniu, g,
- b - odważka składnika LE2, g,
- x - zawartość grup NCO obliczona wg wzoru (1), %,
- 0,017603 - współczynnik przeliczeniowy.

3.7.3. Oznaczanie lepkości wykonać zgodnie z PN-64/C-81508, stosując dyszę wypływową o średnicy 2 mm.

3.7.4. Badanie wytrzymałości powłoki na zginanie po przyspieszonym starzeniu należy przeprowadzić zgodnie z PN-60/E-04411 na powłokach przygotowanych na płytkach stalowych.

4. PAKOWANIE, PRZECHEWYWANIE I TRANSPORT

4.1. Pakowanie. Składnik LE2 należy pakować w puszki z blachy ocynowanej pojemności 5 l lub mniejsze. Pokrywki puszek powinny być dokładnie zamknięte i dodatkowo uszczelnione.

Składniki L1 oraz E1 należy pakować (dla ochrony przed wilgocią) w szczelnie zamknięte puszki z blachy ocynowanej o pojemności 5 l lub transporterki z blachy stalowej ocynowanej o pojemności 25 l.

Składnik E3 należy pakować w szczelnie zamknięte kanistry, balony szklane lub beczki napełnione najwyżej do 90%.

Na każdym opakowaniu powinien być umieszczony napis zawierający co najmniej:

- a) nazwę lub znak wytwórni,
- b) oznaczenie wyrobu wg 2.3,
- c) datę produkcji i termin gwarancji,
- d) wagę brutto i netto,
- e) znak ostrzegawczy: Ostrożnie z ogniem,
- f) znak ostrzegawczy: Chronić przed wilgocią.

4.2. Przechowywanie. Wszystkie składniki wyrobów należy przechowywać zgodnie z PN-62/C-81400 w szczelnie zamkniętych opakowaniach wg 4.1 w magazynach krytych, zamkniętych i przewiewnych. Po pobraniu składnika LE2 puszki należy natychmiast szczelnie zamknąć.

4.3. Transport. Składniki należy przewozić zgodnie z PN-62/C-81400.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE do BN-67/3078-07

Wyroby poliuretanowe elektroizolacyjne należy stosować zgodnie z instrukcją technologiczną podaną przez producenta.