

ŚRODKI TRANSPORTU WODNEGO I URZĄDZENIA PŁYWAJĄCE	N O R M A B R A N Ź O W A	BN-90
	Okrętowe pokrycia lakierowe podwodne	3702-11
	Wymagania i badania własności przeciwkorozyjnych	Grupa katalogowa 0540

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące własności przeciwkorozyjnych pokryć lakierowych podwodnych dla potrzeb okrętownictwa.

1.2. Zakres stosowania normy. Normę stosuje się do oceny jakości pokryć lakierowych przeznaczonych do zabezpieczenia podwodnych części statków o nieograniczonym rejonie pływania.

1.3. Określenia

1.3.1. pokrycie lakierowe podwodne — zestaw malarcki składający się z powłok farb przeciwkorozyjnych i przeciwporostowych nakładanych w ilości i grubości warstw zgodnie z zaleceniami producenta farb, przeznaczony do zabezpieczania zewnętrznych powierzchni poszycia kadłuba poniżej pasa zmiennego zanurzenia.

1.3.2. ochrona katodowa — elektrochemiczna ochrona metali osiągnięta przez polaryzację katodową za pomocą zewnętrznego źródła prądu stałego lub przez połączenie metalu chronionego z metalem bardziej elektroujemnym.

1.3.3. odwarstwienie katodowe — utrata przyczepności pokrycia w sąsiedztwie uszkodzenia powłoki, spowodowana czynnikami towarzyszącymi polaryzacji katodowej podłoża.

1.3.4. powierzchnia odwarstwienia katodowego — wielkość powierzchni wyrażona w cm^2 , na której stwierdzono utratę przyczepności pokrycia do podłoża.

1.3.5. Pozostałe określenia — wg PN-78/C-01700.

2. WYMAGANIA

Właściwości fizyczne i mechaniczne pokryć lakierowych — wg tabl. 1.

Tablica 1

Lp.	Nazwa	Wymagania	Opis badań wg
1	Przyczepność, stopień — do podłoża — międzywarstwowa	2 1	4.1

cd. tabl. 1

Lp.	Nazwa	Wymagania	Opis badań wg
2	Odporność na czynniki towarzyszące katodowej polaryzacji podłoża	pokrycie wytrzymałe próbę	4.2
3	Odporność na dynamiczne działanie naturalnej wody morskiej	pokrycie wytrzymałe próbę	4.3
4	Odporność na działanie 3,5% roztworu NaOH	pokrycie wytrzymałe próbę	4.4

3. PRZYGOTOWANIE DO BADAŃ

3.1. Rodzaje próbek

3.1.1. Wykonanie próbek. Próbki powinny być wykonane ze stali A wg PN-85/H-92147 następująco:

Próbki a i d — płytki o wymiarach 200×100 mm i grubości co najmniej 2 mm.

Próbka b1 — płytka o wymiarach 200×200 mm i grubości co najmniej 3 mm z przyspawanym do niej uchwytem umożliwiającym podłączenie do źródła prądu. Uchwyt oraz krawędzie w pasie o szerokości 10 mm od brzegu należy zaizolować przez nałożenie co najmniej 3 warstw tkaniny szklanej wysyczonej żywicą epoksydową.

Próbka b2 — płytki o wymiarach 200×200 mm i grubości co najmniej 3 mm z zaizolowanymi krawędziami jak w próbce b1.

Próbka c1 — płytka o wymiarach 200×80×20 mm z ukosami i otworami wg rys. 1. Krawędzie boczne powinny być wyrównane.

Próbka c2 — płytka o wymiarach 80×200×20 mm wycięta z płyty otrzymanej przez zespawanie po długości dwóch pasów blachy 100×20 mm i długości $n \cdot 80 + 100$ mm (n jest przewidywaną liczbą próbek). Płytkę należy wyciąć poprzecznie do spoiny, odrzucając fragmenty o szerokości 50 mm na początku i na końcu spoiny. Należy wywiercić 2 otwory jak na rys. 1.

Zgłoszona przez Centrum Techniki Okrętowej
Ustanowiona przez Dyrektora Centrum Techniki Okrętowej dnia 12 marca 1990 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1990 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 7/1990, poz. 15)

Spawanie należy wykonać następująco:

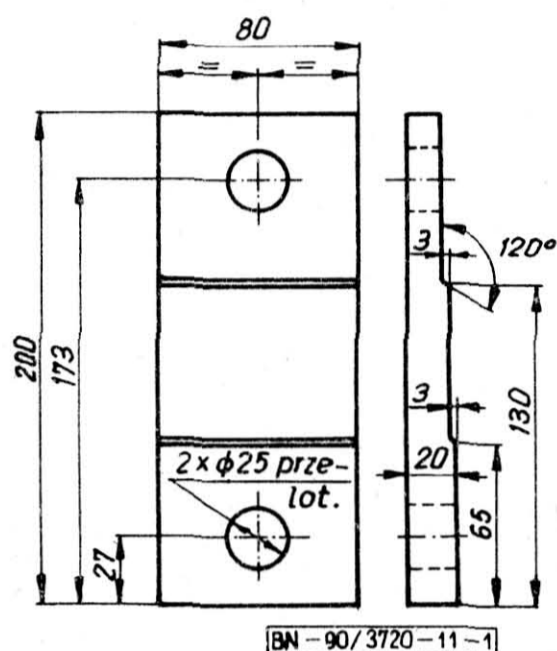
— krawędź zukosować na V o kąt 55° przez cięcie tlenem,

— stosować elektrody zasadowe EB1.46 wysuszone w temperaturze $250 \div 300^\circ\text{C}$ przez 4 h,

— wycięcie grani oczyścić do czystego metalu i podpawać,

— spawać ręcznie podolnie.

Krawędzie boczne płytek powinny być wyrównane.



Rys. 1. Próбка do badań odporności na dynamiczne działanie wody morskiej

3.1.2. Pokrycia lakierowe, dobór próbek i ich licznosc

— wg tabl. 2.

Tablica 2

Lp.	Rodzaj badań	Rodzaj próbki	Licznosc próbek sztuk	Rodzaj pokrycia	Uwagi
1	Badanie przyczepności	a	3	pełny zestaw malarski nałożony jednostronnie	zachować próbki dla celów porównawczych i chronić przed światłem
2	Badanie odporności na czynniki towarzyszące katodowej polaryzacji podłoża	b1 b2	2 2	pełny zestaw malarski nałożony dwustronnie; pośrodku każdej strony, przed malowaniem, nałożyć krążek z taśmy samoprzylepnej o średnicy 17 mm	—
3	Badanie odporności na dynamiczne działanie wody morskiej	c1 c2	3 3	pełny zestaw malarski nałożony jednostronnie; krawędzie i tylne strony zabezpieczone dobrą wodoodporną farbą przeciwkorozyjną o grubości $300 \mu\text{m}$	—
4	Badanie odporności na działanie 3,5% NaOH	d	3	pełny zestaw malarski bez warstwy przeciwporostowej, nałożony dwustronnie	—

3.2. Przygotowanie powierzchni płytek. Wszystkie płytki należy obustronnie oczyścić metodą strumieniowościerną, stosując jako ścierniwo piasek lub elektrokorund o granulacji zapewniającej uzyskanie chropowatości powierzchni wyrażonej parametrem \bar{R}_{ys} w granicach $35 \div 70 \mu\text{m}$. Stopień czystości powierzchni $Sa 2\frac{1}{2}$ wg ISO 8501-1. Po oczyszczeniu powierzchnię należy odpylić i odtłuścić benzyną ekstrakcyjną, a następnie acetonem.

Na próbkach typu b należy pośrodku, z obu stron, nałożyć krążki z taśmy samoprzylepnej o średnicy 17 mm.

3.3. Przygotowanie powłok do badań

3.3.1. Przygotowanie farb. Wszystkie farby powinny spełniać wymagania norm przedmiotowych. Farby jednoskładnikowe przed nałożeniem należy dokładnie wymieszać, a wyroby dwuskładnikowe przygotować w proporcji składników określonej w instrukcji stosowania, dokładnie mieszając oddzielnie każdy ze składników oraz farbę po połączeniu komponentów.

3.3.2. Nakładanie farb. Sposób nakładania farb i grubość poszczególnych warstw powinny być zgodne z zaleceniami producenta. Łączna grubość zestawu powinna odpowiadać grubości przewidywanej do nałożenia na statku. Jeżeli zestaw przeznaczony jest do zabezpieczenia powierzchni uprzednio zagruntowanej farbą do czasowej ochrony, wówczas powłoka tej farby powinna wejść w skład zestawu jako jego pierwsza warstwa. Powłoka gruntu czasowej ochrony przed nakładaniem kolejnych warstw powinna być sezonowana w atmosferze pod zadaszeniem co najmniej przez 6 tygodni. Przed malowaniem zestawu powłokę gruntu należy przemyć denaturatem.

3.3.3. Aklimatyzacja powłok. Pokrycia przed rozpoczęciem badań należy poddać aklimatyzacji w temperaturze $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i wilgotności $65 \pm 5\%$ przez 168 h. Czas aklimatyzacji liczy się od momentu nałożenia ostatniej warstwy pokrycia.

3.3.4. Pomiar grubości należy wykonać co najmniej dwukrotnie po nałożeniu warstw przeciwkorozyjnych oraz po nałożeniu pełnego zestawu lakierowego.

Pomiar należy przeprowadzić metodą nieniszcząca wg PN-74/C-81515 z użyciem miernika gwarantującego dokładność 10% mierzonej wartości. Na każdej płytce należy oznaczyć grubość w 20 punktach równomiernie rozłożonych na powierzchni, a do badań wziąć tylko te płytki, dla których odchylenie standardowe nie przekracza 10% średniej wartości grubości.

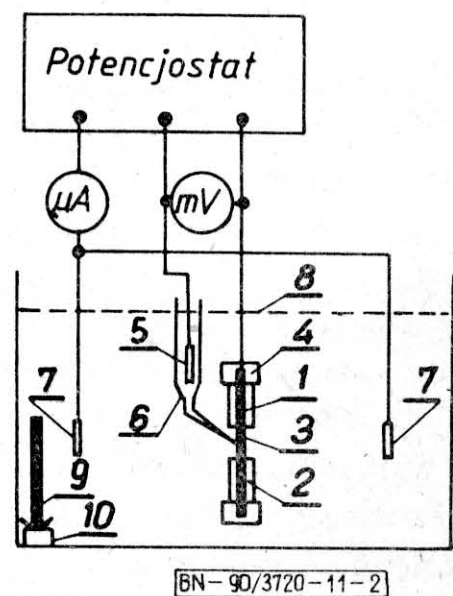
4. BADANIA

4.1. Badanie przyczepności. Badanie i ocenę przyczepności pokrycia do podłoża i przyczepności międzywarstwowej należy przeprowadzić zgodnie z PN-80/C-81531, stosując nóż krążkowy o rozstawie ostrzy 3 mm.

4.2. Badanie odporności na czynniki towarzyszące katodowej polaryzacji podłoża

4.2.1. Zasada metody. Badanie polega na poddaniu płyty stalowej z nałożonym zestawem lakierowym, katodowej polaryzacji podłoża zewnętrznym źródłem prądu do wartości potencjału — 1050 mV względem elektrody chlorosrebrowej w środowisku napowietrzonej sztucznej wody morskiej wg 4.2.3 i ocenie zniszczenia pokrycia po 100 dobach ekspozycji w porównaniu do stanu pokryć na próbkach niepolaryzowanych (porównawczych).

4.2.2. Aparatura, przyrządy i materiały. Rozwiązanie stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat układu pomiarowego do oceny odporności pokrycia na czynniki towarzyszące polaryzacji katodowej podłoża
1 — płytka stalowa polaryzowana, 2 — pokrycie lakierowe, 3 — sztuczne uszkodzenie w pokryciu, 4 — izolacja krawędzi, 5 — elektroda sterująca, 6 — kapilara Ługgina, 7 — anody polaryzacyjne, 8 — poziom sztucznej wody morskiej, 9 — próbka porównawcza, 10 — stelaż do umocowania próbki

Do przeprowadzenia badania należy przygotować dwa stanowiska jak na rys. 2. W skład jednego stanowiska wchodzi:

- akwarium szklane o wymiarach nie mniejszych niż 600×400 mm i głębokości 300 mm;
- potencjostat z dokładnością utrzymywania potencjału minimum ± 10 mV;
- elektroda sterująca, np. chlorosrebrowa;
- dwie elektrody pomocnicze (anody polaryzacyjne) — drut platynowy o długości 10 mm i średnicy 1 mm lub płytki ołowiowo-srebrne zatopione w żywicy, każda o powierzchni nie mniejszej niż 1 cm²;
- kapilara Ługgina;
- stelaż dla umieszczenia próbki porównawczej;
- sztuczna woda morska wg 4.2.3;
- dwie próbki (b1 i b2 wg 3.1) z badanym pokryciem lakierowym; próbka b1 poddana polaryzacji katodowej jak na rys. 2; próbka b2 zanurzona przy krawędzi akwarium niepolaryzowana (próbka porównawcza).

Przyrządy niezbędne dla przeprowadzenia kontroli warunków ekspozycji:

- elektroda pomiarowa; kalomelowa lub chlorosrebrowa;
- miliwoltomierz (lub przyrząd uniwersalny) o rezystancji nie mniejszej niż 1 MΩ/V i klasie dokładności nie gorszej niż 1,5;

- miliamperomierz (lub przyrząd uniwersalny) z zakresami pomiarowymi od 10 μA do 0,5 A;
- termometr o zakresie 15 ÷ 25°C;
- pehametr.

Wyposażenie dodatkowe:

- sprężone powietrze do codziennego natlenienia wody; akwaria napowietrzać codziennie intensywnie przez co najmniej 15 min; optymalnym rozwiązaniem jest napowietrzenie ciągłe,
- planimetr;
- szkło powiększające 4-krotnie;
- ostry skalpel.

4.2.3. Przygotowanie sztucznej wody morskiej. Sztuczna woda morską należy sporządzić z wody destylowanej przez rozpuszczenie: 23 g NaCl; 8,9 g Na₂SO₄ · 10H₂O; 9,8 g MgCl₂ · 6H₂O; 1,2 g CaCl₂ na 1 dm³ roztworu.

4.2.4. Ekspozycja próbek. Akwarium należy napełnić sztuczną wodą morską do wysokości około 200 mm od dna. Przed zanurzeniem próbek należy zdjąć krążki z taśmy samoprzylepnej i sprawdzić czy powierzchnia stali pod krążkiem jest metalicznie czysta. Jeżeli stwierdzono na powierzchni pozostałości kleju należy sztuczne uszkodzenie oczyścić metodą strumieniowo-ścierną, osłaniając uprzednio pokrycie, aby nie uległo zniszczeniu.

Próbkę b1 należy umocować pionowo, pośrodku dłuższego boku akwarium w odległości nie mniejszej niż 50 mm od dna i ścian. Próbkę b2 umieścić przy ścianie akwarium zachowując odległość od niej nie mniejszą niż 30 mm. Akwarium należy uzupełnić sztuczną wodą morską w takiej ilości, aby jej warstwa sięgała 50 mm ponad górną krawędź próbki typu b1 i poziom ten zaznaczyć na zewnętrznej ścianie akwarium. Elektrody pomocnicze (anody polaryzacyjne) powinny być umieszczone po obu stronach próbki b1 w odległości 250 ± 10 mm. Zakończenie kapilary Ługgina powinno znajdować się w odległości 2 mm od środka powierzchni sztucznego uszkodzenia. Do bieguna ujemnego potencjostatu należy podłączyć próbkę b1, a do bieguna dodatniego anody polaryzacyjne zgodnie ze schematem na rys. 2.

Wartość potencjału powinna być ustalona na poziomie 1050 mV względem elektrody chlorosrebrowej umieszczonej w kluczu elektrolitycznym kapilary Ługgina. Identycznie należy przygotować drugie stanowisko pomiarowe. Ekspozycja powinna trwać 100 dob.

4.2.5. Kontrola ekspozycji. W trakcie ekspozycji codziennie należy kontrolować i notować:

- temperaturę wody, która powinna być utrzymywana w zakresie 20 ± 3°C;
- poziom wody morskiej w akwarium, a w przypadku ubytku wskutek parowania uzupełnić wodą destylowaną do poziomu zaznaczonego na ścianie akwarium;
- wartość potencjału i prądu, którą w razie konieczności regulować do uzyskania założonej wartości potencjału tj. 1050 mV wobec elektrody chlorosrebrowej.

Na początku i na końcu ekspozycji należy sprawdzić pH roztworu, które powinno mieścić się w zakresie od 8 do 8,5.

4.2.6. Ocena stopnia zniszczenia pokrycia. Bezpośrednio po zakończeniu ekspozycji próbki należy wyjąć, przemyć wodą destylowaną, osuszyć bibułą do sączenia i przeprowadzić ocenę wizualną pokrycia. Przyczepność, poza strefą odwarstwienia katodowego, należy oznaczyć po 2 h aklimatyzacji pokrycia w temperaturze otoczenia. Ocenie podlegają obie strony próbek, a więc 4 powierzchnie pokrycia na podłożu polaryzowanym i 4 powierzchnie na podłożu bez polaryzacji.

Należy określić następujące zmiany na pokryciu:

a) spękanie — przez wykonanie oceny rozmiaru, kierunku i głębokości spękań wg PN-86/C-81553;

b) spęcherzenie — przez określenie wielkości pęcherzy i ich nasilenia wg PN-86/C-81553; spęcherzenie ocenia się oddzielnie w odniesieniu do powłoki przy sztucznym uszkodzeniu i do pozostałej powierzchni próbki;

c) odwarstwienie katodowe — przez określenie za pomocą planimetru wielkości powierzchni wokół sztucznego uszkodzenia, w obrębie której pokrycie utraciło przyczepność do podłoża; w tym celu należy od krawędzi sztucznego uszkodzenia lekko podważyć powłokę skalpelem zdejmując z powierzchni próbki nieprzyczepne fragmenty pokrycia.

Powierzchnię odwarstwienia katodowego (P_k) należy wyliczyć w cm^2 ze wzoru

$$P_k = P - P_0$$

w którym:

P — wielkość powierzchni określona planimetrem, cm^2 ,

P_0 — powierzchnia niepomalowanego koła, cm^2 .
Przy krążku o średnicy 17 mm, $P_0 = 2,27 \text{ cm}^2$.

Różnice w wielkości powierzchni odwarstwienia katodowego na próbkach polaryzowanych i porównawczych określają skłonność pokrycia do odwarstwienia pod wpływem czynników towarzyszących katodowej polaryzacji podłoża. Różnice w wielkości P_k dla tego samego zestawu lakierowego na poszczególnych próbkach polaryzowanych nie mogą wynosić więcej niż 1 cm^2 . Przy większych rozrzutach badanie należy powtórzyć:

d) przyczepność poza strefą odwarstwienia — metodą siatki nacięć, nożem o rozstawie ostrzy 3 mm wg PN-80/C-81531;

e) korozja podłoża (tylko na próbkach porównawczych, z wyłączeniem powierzchni sztucznego uszkodzenia) — wg PN-86/C-81553.

4.2.7. Ocena wyników badań. Pokrycie lakierowe uznaje się za odporne na warunki badania, jeżeli spośród 4 powierzchni na polaryzowanym podłożu przynajmniej na trzech nie stwierdzi się wystąpienia spękań i spęcherzeń poza rejonem sztucznego uszkodzenia, a przyczepność pokrycia nie obniży się więcej niż o 1 stopień w stosunku do stanu wyjściowego. Dopuszczalna wielkość powierzchni odwarstwienia katodowego — nie więcej niż 9 cm^2 . W obrębie tym może wystąpić spęcherzenie o dowolnym nasileniu i wielkości pęcherzy.

Załącznikiem do protokołu badania powinna być tablica z wynikami pomiarów wartości potencjału prądu, temperatury i pH roztworu.

4.3. Badanie odporności na dynamiczne działanie wody morskiej

4.3.1. Zasada metody. Badanie polega na poddaniu próbek stalowych pokrytych zestawem lakierowym c1 i c2 działaniu naturalnej wody morskiej w przepływie o prędkości 10 m/s i ocenie zniszczeń pokrycia po 1000 h ekspozycji.

4.3.2. Urządzenie do badań. Badanie należy prowadzić w cylindrycznym pojemniku, którego powierzchnie wewnętrzne są gumowane lub wyłożone innym inertnym pokryciem. Czteropłatowe mieszadło napędzane silnikiem elektrycznym znajdujące się w środku pojemnika powinno przemieszczać wodę w stosunku do próbek umocowanych na ścianach cylindra z prędkością co najmniej 10 m/s.

4.3.3. Warunki badania. Medium powinna stanowić naturalna woda morska o temperaturze $32 \div 35^\circ\text{C}$. Należy zapewnić ciągły przepływ wody lub wymianę na świeżą w ilości minimum 1 dm^3 na dobę na 1 próbkę. Czas ekspozycji próbek powinien wynosić 1000 h.

4.3.4. Ocena zniszczeń pokrycia. Po zakończeniu ekspozycji próbki należy wymontować, opłukać wodą destylowaną, wysuszyć bibułą do sączenia i po 2 h aklimatyzacji w warunkach naturalnych ocenić zniszczenia pokrycia na czołowych powierzchniach próbek ze szczególnym uwzględnieniem krawędzi uskoków i powierzchni spoiny (spaw i pasy szerokości 20 mm po obu jego stronach).

Ocenie podlega:

a) spęcherzenie, spękanie i korozja podłoża — wg PN-86/C-81553;

b) przyczepność — wg PN-80/C-81531;

c) ubytki powłoki na krawędzi uskoków wyrażane w procentach długości krawędzi przy przyjęciu za 100% łącznej długości obu krawędzi uskoków na próbce;

d) spęcherzenie lub ubytki pokrycia w obrębie powierzchni spoiny wyrażone wielkością pęcherzy i ich zagęszczeniem wg wzorców podanych w PN-86/C-81553.

4.3.5. Ocena wyników badań. Pokrycie lakierowe uważa się za odporne na warunki badania, jeżeli co najmniej na dwóch spośród trzech próbek każdego typu (z uskokami c1 i spoinami c2) pokrycie pozostaje bez zmian w porównaniu z próbką a, z wyjątkiem zmiany barwy i połysku.

4.4. Badanie odporności na działanie 3,5% NaOH

4.4.1. Sposób i warunki badania. Badania należy wykonać wg PN-88/C-81522, metodą A tzn. przez zanurzenie próbek d w 3,5% roztworze wodnym NaOH o temperaturze $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Badanie należy prowadzić przez 120 h.

Po zakończeniu ekspozycji, próbki należy przemyć wodą destylowaną, wysuszyć i aklimatyzować przez 2 h w warunkach normalnych.

4.4.2. Ocena zniszczeń pokrycia. Ocenie podlega:

a) spęcherzenie i spękanie wg PN-86/C-81553,

b) przyczepność wg PN-80/C-81531,

c) wszelkie inne zmiany pokrycia (barwa, połysk, odcień itd.).

4.4.3. Ocena wyników badań. Pokrycie lakierowe uznaje się za odporne na warunki badania, jeżeli na żadnej z badanych płytek nie stwierdza się jakichkolwiek zmian w stosunku do próbki a. Dopuszcza się nieznaczny zmianę odcienia i połysku.

4.5. Protokół badania powinien zawierać:

- a) nazwy i symbole farb, skład zestawu, grubości warstw przeciwkorozyjnych, grubość całego pokrycia,
- b) technologię przygotowania pokrycia (metoda czyszczenia powierzchni, sposób nakładania farb, warunki aklimatyzacji),
- c) ocenę wyników poszczególnych badań wg wymagań ujętych w tabl. 1.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Centrum Techniki Okrętowej, Gdańsk.

2. Normy związane

PN-78/C-01700 Wyroby lakierowe. Nazwy i określenia

PN-74/C-81515 Wyroby lakierowe. Nieniszczące pomiary grubości powłok

PN-88/C-81522 Wyroby lakierowe. Badanie odporności powłok na działanie mediów agresywnych

PN-80/C-81531 Wyroby lakierowe. Oznaczanie przyczepności powłok do podłoża oraz międzywarstwowej

PN-86/C-81553 Wyroby lakierowe. Ocena zniszczeń powłok

PN-85/H-92147 Blachy stalowe grube i uniwersalne do budowy statków

3. Normy międzynarodowe i zagraniczne

ISO 8501-1 (1988) Preparation of steel substrates before applica-

tion of paints and related products. Visual assessment of surface cleanliness. Part 1. Rust grades preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings

ISO 8503-1 (1988) Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates. Part 1. Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast-cleaned surfaces

Francja NFJ 17-201 Construction et industries navales. Peintures de carones. Specifications générales

W. Brytania BS 3900: Part F10:1985. Determination of resistance to cathodic disbonding of coatings for use in marine environments

4. Autor projektu normy — mgr inż. Aleksandra Baraniak — Centrum Techniki Okrętowej, Gdańsk.