

ŚRODKI TRANSPORTU WODNEGO I URZĄDZENIA PŁYWAJĄCE	N O R M A B R A N Ż O W A	
	Wymagania dotyczące zabezpieczenia okrętowych połączeń konstrukcyjnych przed korozją kontaktową	
		BN-87
		3702-06
		Zamiast BN-76/3702-06
		Grupa katalogowa 0306

1. WSTĘP

Przedmiotem normy są wymagania dotyczące doboru metali oraz metody zabezpieczenia przed korozją kontaktową okrętowych połączeń konstrukcyjnych (nitowych i gwintowych) eksploatowanych w wodzie i atmosferze morskiej.

Norma nie dotyczy połączeń spawanych, zgrzewanych i połączeń metalowych wykonanych metodą wybuchową.

2. WYMAGANIA OGÓLNE

Metalowe konstrukcje użytkowane w wodzie lub atmosferze morskiej należy z zasady wykonywać z jednego rodzaju metalu albo z metali lub stopów metalowych o zbliżonych potencjałach elektrodowych.

Metale lub stopy uznane za tworzywa metalowe o zbliżonych potencjałach elektrodowych oznaczono znakiem + w tabl. 1 co oznacza, że łączenie ich ze sobą nie sprzyja niebezpieczeństwu korozji kontaktowej.

W przypadku gdy element konstrukcyjny składa się z dwóch różnych metali, z których jeden w czasie eksploatacji konstrukcji narażony jest na działanie korozji kontaktowej, należy stosować metodę ochrony za pomocą izolowania powierzchni lub inną metodą ochrony wg rozdz. 3.

Przy łączeniu dwóch różnych metali można w następujących przypadkach nie stosować żadnej metody ochrony przed korozją kontaktową:

a) w przypadku eksploatacji elementów konstrukcyjnych w umiarkowanych warunkach użytkowania wg BN-84/3702-02,

b) w przypadku zastosowania tak grubych elementów metalu stanowiącego w danym ogniwie anodę, że zapewni się trwałość rozpatrywanego elementu przez okres co najmniej 8 lat eksploatacji.

W tym przypadku powierzchnia metalu stanowiącego anodę powinna być co najmniej 8-krotnie większa od powierzchni metalu stanowiącego katodę. Informacje o tym, który z

metali jest anodą, a który katodą podano w załączniku. Metal położony wyżej w tablicy załącznika jest anodą w stosunku do metalu znajdującego się niżej.

3. METODY OCHRONY PRZED KOROZJĄ KONTAKTOWĄ

3.1. Postanowienia ogólne. Jako ochronę przed korozją kontaktową należy stosować izolowanie powierzchni różnych metali. W przypadku niemożliwości izolowania powierzchni dopuszcza się zużycie jednej z następujących metod, które wymagają indywidualnych rozwiązań:

- zastosowanie ochrony katodowej przy eksploatacji konstrukcji w wodzie morskiej;
- zastosowanie metody inhibitorowej obniżającej szybkość korozji metalu stanowiącego w ogniwie anodę i nie wpływającego ujemnie na metal będący katodą;
- oddzielenie części konstrukcji narażonej na korozję kontaktową od agresywnego środowiska korozyjnego, np. przez wykonanie ochronnej obudowy lub za pomocą powłok o odpowiedniej szczelności.

Izolowanie powierzchni różnych metali i stopów powinno być wykonane przez zastosowanie odpowiednich materiałów izolacyjnych w ten sposób, aby powierzchnie różnych metali nie tylko nie stykały się ze sobą lecz również, aby minimalny odstęp między nimi wynosił 2 mm.

W przypadku połączeń nitowych dopuszcza się nie całkowite odizolowanie polegające na tym, że powierzchnie obydwu metali oddzielone są wprawdzie przekładką izolacyjną lecz nity nie są izolowane i powodują kontakt między elementami wykonanymi z różnych metali.

3.2. Izolowanie powierzchni w konstrukcjach kadłubowych

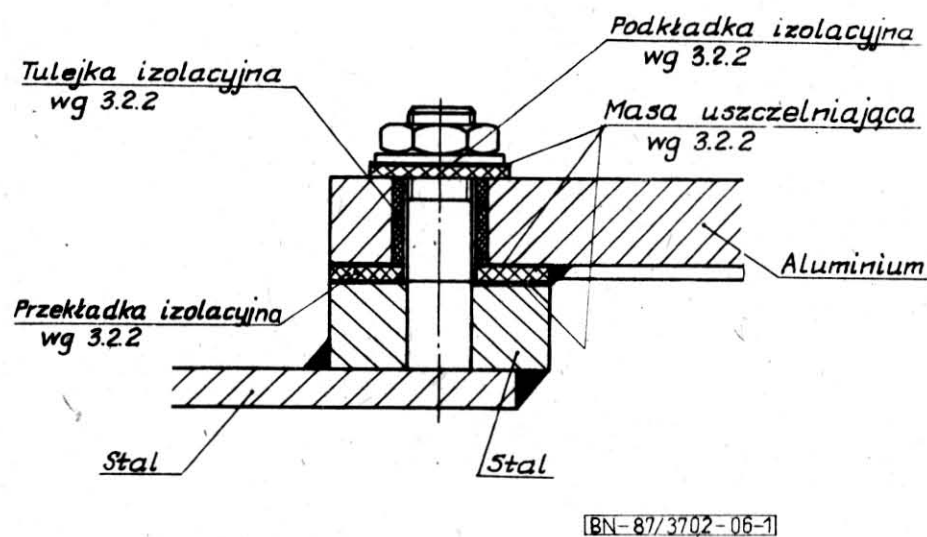
3.2.1. Zasady izolowania. Izolowanie powierzchni w konstrukcjach kadłubowych należy wykonać zgodnie z następującymi zasadami:

Zgłoszona przez Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku
Ustanowiona przez Dyrektora Centrum Techniki Okrętowej dnia 17 lutego 1987 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1987 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 6/1987, poz. 16)

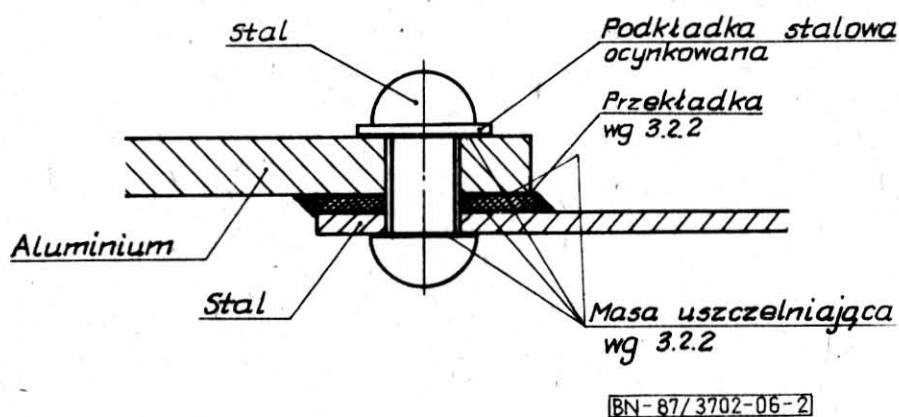
a) powierzchnie styku przed montażem należy pokryć na szerokość pasa minimum 200 mm farbą przeciwkorozyjną przewidzianą do malowania całości konstrukcji lub farbami wg 3.2.2 i pozostawić je do wyschnięcia wg wymagań norm przedmiotowych na farby,

b) na powierzchnie styku nałożyć masę uszczelniającą wg 3.2.2 i obydwa elementy wykonane z różnych metali połączyć ze sobą za pomocą śrub lub nitów. Nadmiar masy uszczelniającej zebrać szpachelką tak, aby w zależności od rodzaju konstrukcji masa nie wystawała poza krawędzie blachy lub nadmiar jej był rozmieszczony ukośnie w stosunku do blach. Między łączonymi elementami nie powinno być żadnych szczelin, przestrzeń między nimi powinna być całkowicie wypełniona przekładką izolacyjną i masą uszczelniającą.

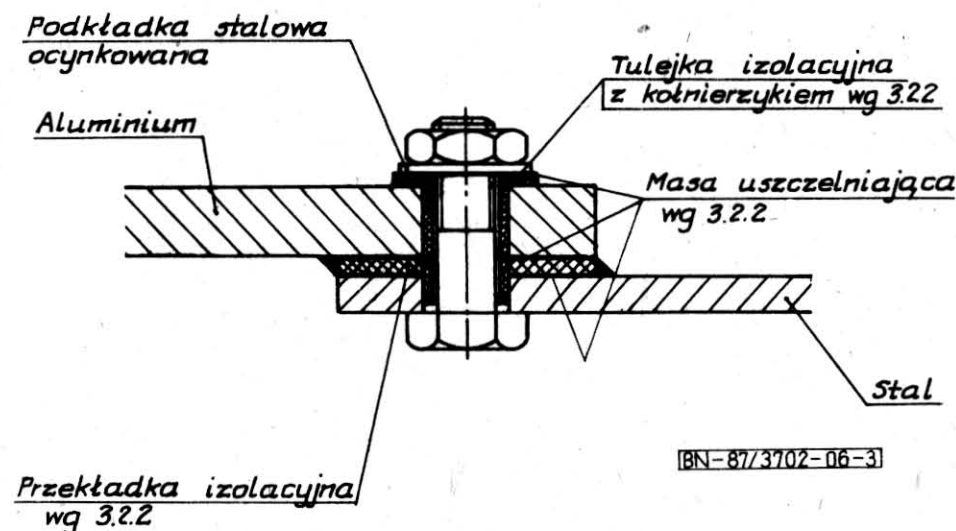
Przykłady sposobów izolowania konstrukcji wykonanych z różnych metali przedstawiono na rys. 1 ÷ 4.



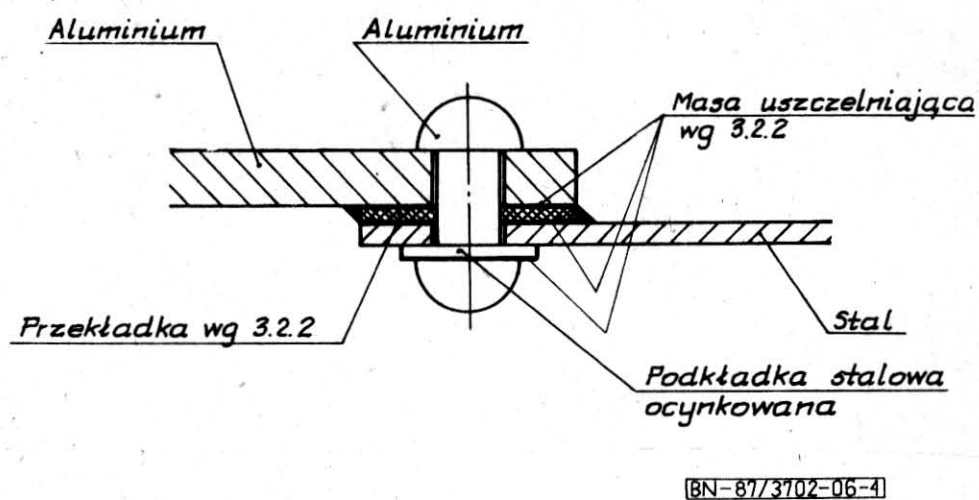
Rys. 1. Przykład izolowania połączenia śrubowego z tulejką izolacyjną bez kołnierza



Rys. 2. Przykład izolowania połączenia nitowego nitami stalowymi



Rys. 3. Przykład izolowania połączenia śrubowego z tulejką izolacyjną z kołnierzem



Rys. 4. Przykład izolowania połączenia nitowego z nitami aluminiowymi

3.2.2. Materiały. Pas styku dwóch różnych metali o szerokości minimum 200 mm powinien być wymalowany farbą do malowania całości konstrukcji lub w następujący sposób:

- a) Konstrukcje nitowane na gorąco:
 - farba reaktywna dwuskładnikowa, żółta 7722-007-110 wg BN-70/6113-18 (powłoka jednowarstwowa),
 - farba epoksyestrowa przeciwkorozyjna 7423-737-250 wg BN-78/6113-61 (powłoka jednowarstwowa).
- b) Konstrukcje nitowane na zimno i inne połączenia - farba gruntowa na metale lekkie 7724-424-390 ¹⁾.

Do uszczelnienia połączeń należy używać jedną z niżej wymienionych mas uszczelniających:

- masa poliwinylowa Hydronalium żółta 7743-519-130 wg BN-72/6112-11;
- kit poliuretanowy Elastofix PU-01 ¹⁾,
- poliuretanowa masa uszczelniająca dwuskładnikowa, masa ZWS ¹⁾.

Do wyrobu przekładek izolacyjnych należy stosować jeden z niżej wymienionych materiałów:

- płyty uszczelniające azbestowo-kauczukowe typu It: Polonit 300, Polonit W, Polonit PP wg PN-79/M-11022 ark. 02, 03 i 05;
- płyty polipropylenowe PP;
- płyty gumowe olejo- i benzynoodporne Wp-50-3x1p wg BN-73/6616-14/13.

Na statkach przeznaczonych do eksploatacji w warunkach tropikalnych należy stosować Elastofix PU-01 lub masę ZWS, a do wyrobu przekładek używać płyty polipropylenowe PP. Do wykonania połączeń gwintowych należy używać podkładek, śrub i nakrętek pokrytych powłoką cynkową wg BN-84/3702-02.

3.3. Izolowanie powierzchni w rurociągach okrętowych

3.3.1. Zasady izolowania. Izolowanie powierzchni w rurociągach okrętowych należy wykonywać zgodnie z zasadami podanymi w a) i b).

a) Pierwszy odcinek rurociągu wykonany z mniej szlachetnego metalu należy odizolować z dwóch stron, tzn. za-

¹⁾ Patrz rozdz. 5.

Tablica 2

DN	Długość odcinka mm	DN	Długość odcinka mm	DN	Długość odcinka, mm
25	400	125	1250	450	2700
32	500	150	1500	500	3000
40	650	200	1600	600	3600
50	800	250	1700	700	4200
65	900	300	1800	800	4800
80	1000	350	2100	-	-
100	1200	400	2400	-	-

Minimalną długość pierwszego odcinka rurociągu odizolowanego z dwóch stron podano w tabl. 2.

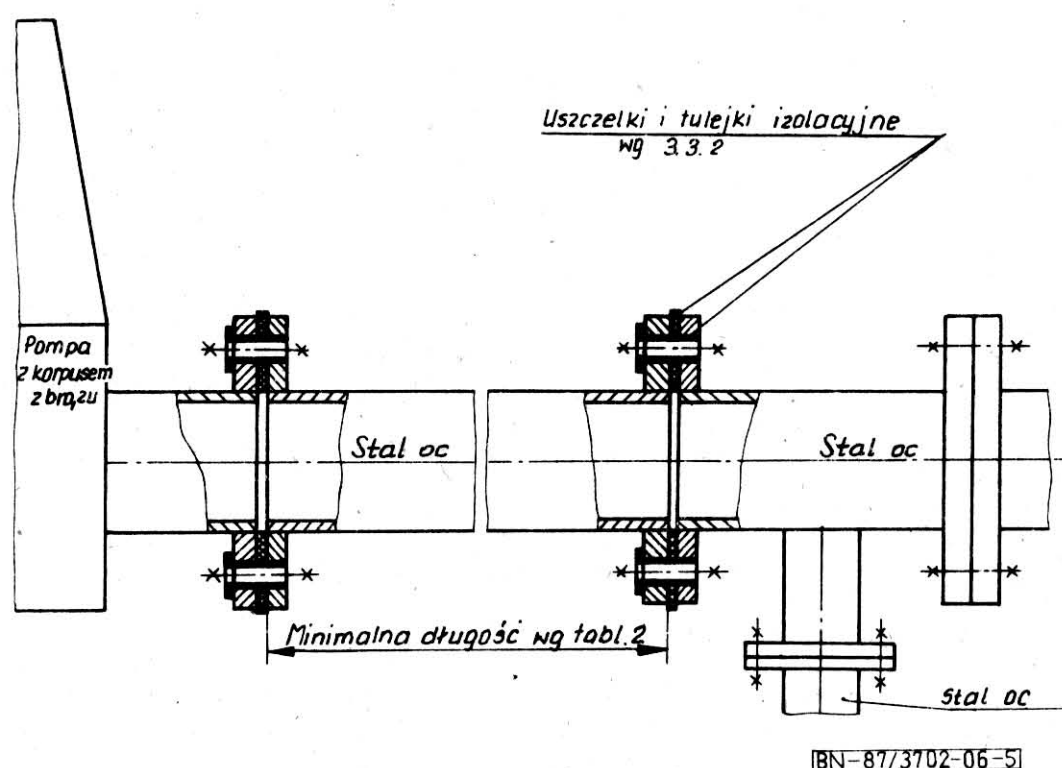
W przypadku gdy z jakichkolwiek przyczyn długość pierwszego odcinka rurociągu jest krótsza od podanej w tabl. 2, to izolację kołnierzy należy wykonać w kolejnym odcinku w ten sposób, aby łączna długość pierwszego, drugiego i ewentualnego kolejnego odcinka była nie mniejsza niż wartość określona w tabl. 2. W tym przypadku między kołnierzami pierwszego i drugiego odcinka nie trzeba umieszczać izolacji.

W przypadku gdy korpus zasuwę lub zaworu wg rys. 6 wykonany jest z żeliwa, to uszczelki i tulejki izolacyjne powinny być umieszczone między kołnierzem pompy a kołnierzem zasuwę lub zaworu. W tym przypadku uszczelki i tulejki izolacyjne między zasuwą lub zaworem, a pierwszym odcinkiem rurociągu są zbędne. W tym przypadku minimalna długość izolowanego odcinka rurociągu wg tabl. 2 może być pomniejszona o długość między kołnierzami zasuwę lub zaworu wykonanych z żeliwa. Pozostałe szczegóły izolowania wg rys. 6 pozostają niezmienione.

b) izolowanie kołnierzy rurociągów wykonanych z różnych metali należy wykonać w następujący sposób ¹⁾:

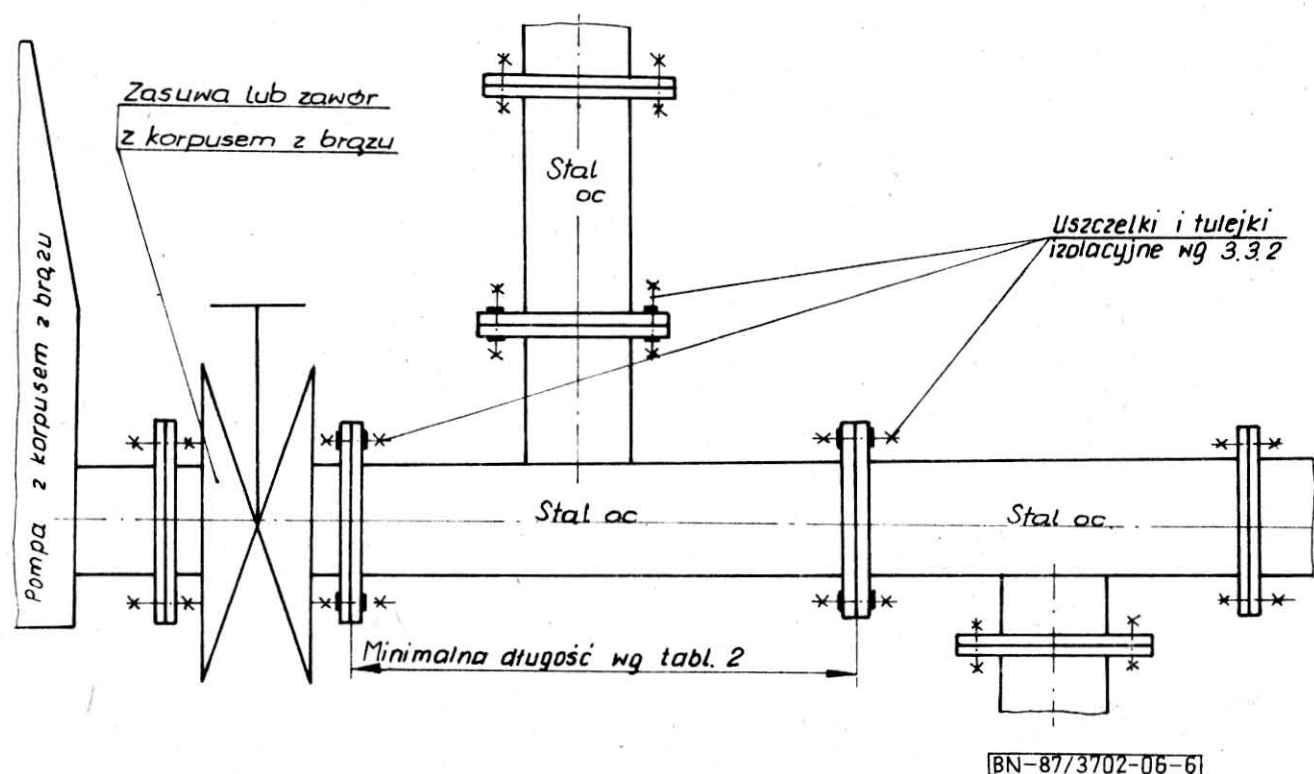
- należy rozwiercić otwory kołnierzy do takich wymiarów, aby mogły do nich wejść śruby z tulejkami izolacyjnymi,
- między kołnierze należy zamontować uszczelkę z materiału wg 3.3.2; uszczelka powinna mieć średnicę równą średnicy kołnierza,
- na śrubę należy założyć tulejkę z kołnierzem wykonaną z materiału wg 3.3.2; dopuszcza się zastosowanie tulejki bez kołnierza i podkładki izolacyjnej wykonanych z materiałów wg 3.3.2; długość tulejki bez kołnierza powinna być równa co najmniej sumie grubości łączonych kołnierzy,
- na śruby należy założyć podkładki stalowe ocynkowane oraz nakręcić nakrętki; przy dokręcaniu nakrętek nie należy używać zbyt dużych sił, tak aby nie dopuścić do pękania tulejek z kołnierzami lub podkładek izolacyjnych.

Przykłady sposobów izolowania odcinków rurociągów wykonanych z różnych metali przedstawiono na rys. 7 i 8.

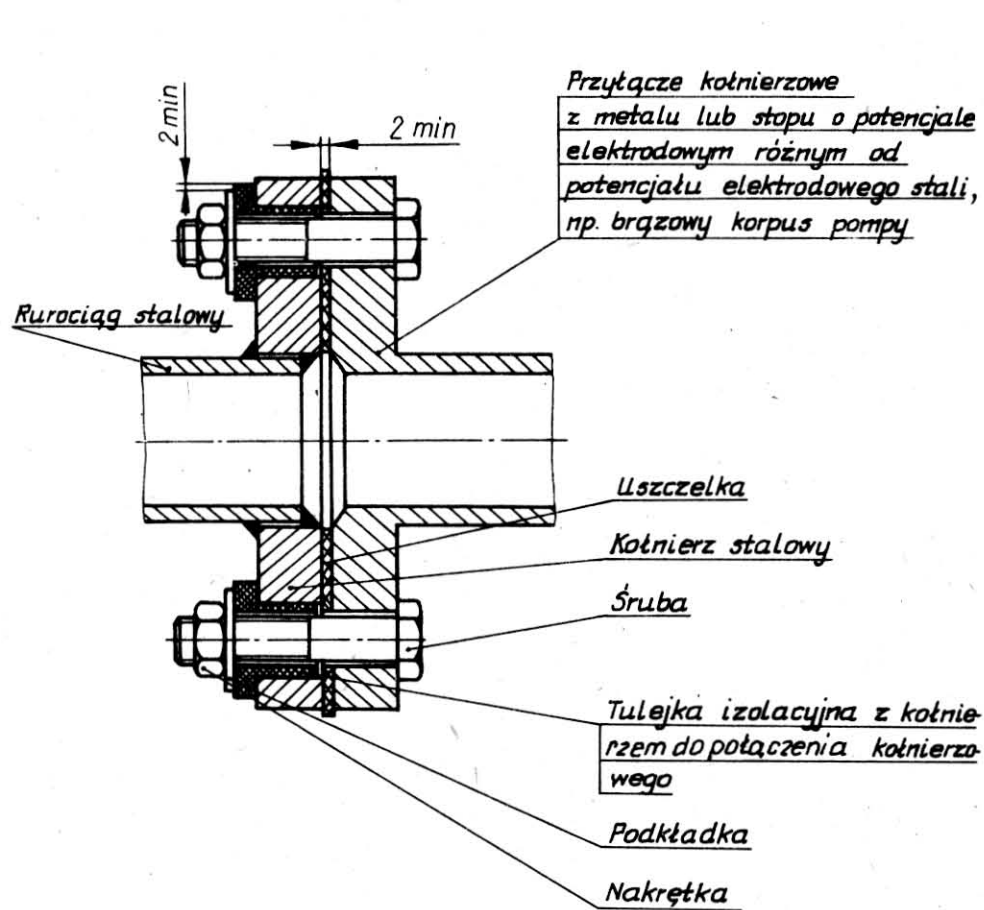


Rys. 5. Schemat izolowania pierwszego odcinka stalowego rurociągu w celu zapobiegania korozji z brązowym korpusem pompy

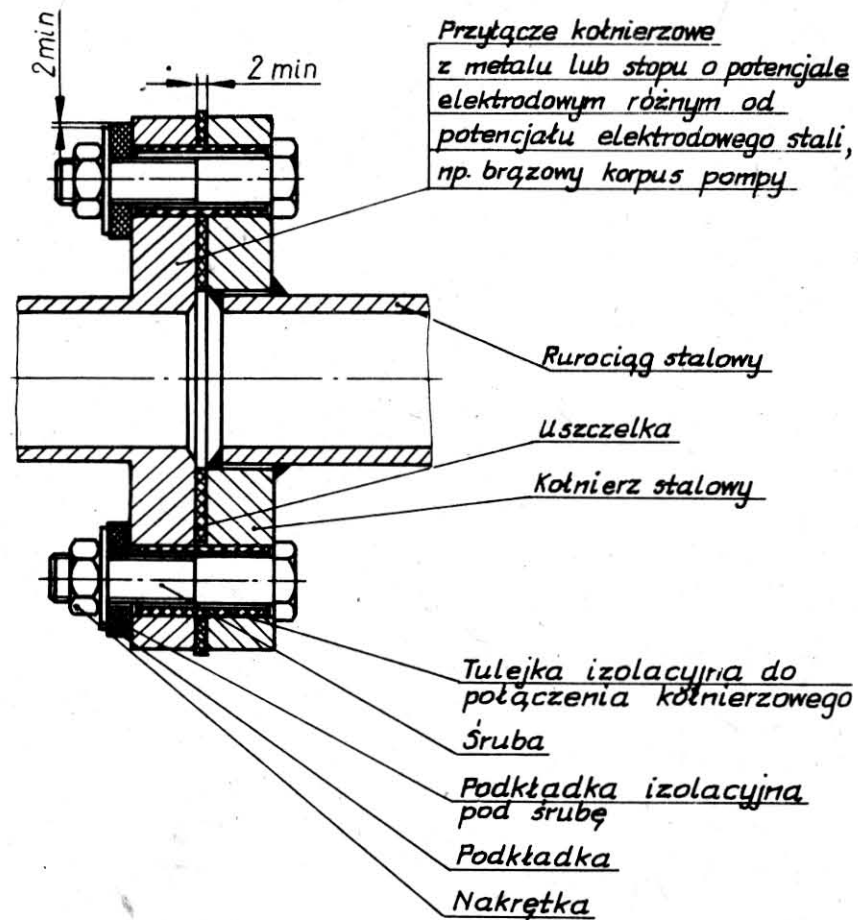
¹⁾ Patrz Informacje dodatkowe p. 5.



Rys. 6. Schemat izolowania pierwszego odcinka stalowego rurociągu w celu zapobiegania korozji z brązowymi korpusami pompy i zasuwy lub zaworu. Przykład izolowania pierwszego odcinka z odgałęzieniem



Rys. 7. Przykład izolowania połączenia rurociągu z tulejkami izolacyjnymi z kołnierzem



Rys. 8. Przykład izolowania połączenia rurociągu z tulejkami izolacyjnymi bez kołnierza

3.3.2. Materiały. Do wykonania podkładek i tulejek izolacyjnych należy stosować jedno z niżej wymienionych tworzyw:

- bloki i wałki z Tarnamidu B wg BN-81/6336-02/07,
- Tarnamid T27 wg BN-80/6336-01/17,
- poliamid 6 wzmocniony włóknem szklanym Itamid 250;
- pręty tkaninowe utwardzane żywicą fenolową typu TcF wg PN-75/E-29056,
- rury zwijane fenolowe typu TcF wg PN-75/E-29070.

Do wykonywania tulejek dopuszczalne jest stosowanie węża O z PCW wg PN-67/C-89209. Do wyrobu uszczelek należy stosować Polonit 300 wg PN-79/M-11022/02.

4. BADANIA

Badania izolacji między rurociągami okrętowymi wykonywanymi z dwóch różnych metali należy wykonywać jedną z dwóch niżej podanych metod:

- za pomocą pomiaru rezystancji przy użyciu omomierza. Metodę tę można stosować wyłącznie wtedy, gdy wewnątrz i zewnątrz rurociągu jest całkowicie suchy;
- za pomocą pomiaru siły elektromotorycznej ogniwa wytworzonego między elementami rurociągu wykonanymi z różnych metali. Metodę tę można stosować wyłącznie wtedy, gdy rurociąg napełniony jest wodą morską.

Badania izolacji między elementami rurociągów sporządzonych z różnych metali należy wykonywać na każdym izolowanym odcinku.

Badania należy wykonywać po zmontowaniu rurociągów przy budowie i remontach statku oraz w okresach półrocznych w czasie eksploatacji statku.

Pomiar rezystancji należy wykonywać przy użyciu omomierza, którego jeden biegun łączy się z jednym z elementów rurociągu, a drugi biegun z drugim odizolowanym elementem rurociągu. Za dodatni wynik pomiaru uznaje się taki odczyt wskazania omomierza, który oznacza nieskończenie wielką wartość rezystancji.

Badania za pomocą pomiaru siły elektromotorycznej ogniwa należy wykonywać przy użyciu miliwoltomierza o rezystancji wejściowej minimum $100 \text{ k}\Omega/\text{V}$ z dokładnością minimum 2%. Jeden biegun miliwoltomierza należy połączyć z jednym z elementów rurociągu, a drugi biegun z drugim odizolowanym elementem rurociągu.

Za dodatni wynik pomiaru uznaje się odczyt wskazania przyrządu o minimalnej wartości 50 mV przy izolowaniu od siebie następujących par metali:

- brąz B10, B101 - stal węglowa R35 ocynkowana lub nieocynkowana;
- miedzionikiel MNŻ101 - stal węglowa R35 ocynkowana lub nieocynkowana;
- mosiądze MA77, M63 - stal węglowa R35 ocynkowana lub nieocynkowana.

Zaświadczenie o wynikach badań powinno zawierać co najmniej następujące dane:

- datę pomiaru;
- miejsce pomiaru, nazwę węzła konstrukcyjnego;
- wynik pomiaru.

W przypadku negatywnego wyniku pomiaru należy skontrolować węzły konstrukcyjne odcinka rurociągu i poprawić stan izolacji aż do uzyskania pozytywnego wyniku badania.

5. POSTANOWIENIA PRZEJŚCIOWE

Do czasu ustanowienia Polskich Norm lub norm branżowych należy stosować:

- farbę gruntową na metale lekkie 7724-424-390 wg ZN-78/MPCh-F123;
- płyty polipropylenowe PP wg ZN-77/MPCh-P-582;
- Elastofix PU-01 wg wstępnych wymagań Pilawskich Zakładów Farb i Lakierów w Pilawie;
- masę ZWS wg wstępnych wymagań Spółdzielni Pracy "Postęp" w Sopocie;
- brązy BM122, BM157, BA1055 wg ZME-0091.0 Zakładów Mechanicznych im. Gen. K. Świerczewskiego w Elblągu.

K O N I E C

Załącznik

Informacje dodatkowe

SZEREG NAPIĘCIOWY METALI W WODZIE MORSKIEJ

Nazwa metalu	Typowy przedstawiciel grupy metali
Cynk	powłoka ochronna cynkowa, Raf 1
Stopy aluminiowe	PA2, AK11
Kadm	powłoka ochronna kadmowa
Żeliwa szare, sferoidalne, ciągliwe	ZLX, Zcc 30006, Zs 40012
Stale węglowe i staliwa	StOS, R, A, 12X, 18G2A, L400
Stale węglowe wyższej jakości, stale sprężynowe i na łańcuchy	25, 50S2, D65A, 18G2AA
Stale niskostopowe trudnordzewiejące	10HAV
Stale stopowe konstrukcyjne i żeliwa niskostopowe	16HG, Z1Cr0,8, Z1Si5Cr
Stale martenzytyczne odporne na korozję w stanie pasywnym	2H13
Mosiądze o zawartości cynku około 40%	MO59, MM55, MM58, MA58
Mosiądze o zawartości cynku poniżej 40%	M63, MA77, MC62, MA67, MK80
Ołów i stopy łożyskowe cyny z ołowiem	Pb2, Ł83
Stale martenzytyczne, martenzytyczno-ferrytyczne odporne na korozję w stanie pasywnym	H17N2, OH17N5M
Brązy i miedź	M1R, B8, BK31, BA1032, BM128, B101, B555
Nikiel i chrom	powłoki ochronne niklowe i chromowe
Miedzionikiel	MNŻ101
Stale austenityczne i austenityczno-ferrytyczne odporne na korozję w stanie pasywnym	OH18N9, H18N10MT, H25N5M

INFORMACJE DODATKOWE

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

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-76/3702-06

a) ograniczono zakres normy wyłącznie do wody i atmosfery morskiej,

b) wprowadzono nowe materiały do wyrobu przekładek i tulejek izolacyjnych oraz nowe materiały uszczelniające,

c) dodano schemat izolacji odcinków rurociągów oraz metodę kontroli izolacji.

3. Normy i dokumenty związane

PN-67/C-89209 Węże z uplastycznionego polichlorku winylu

PN-75/E-29056 Materiały elektroizolacyjne-konstrukcyjne. Pręty warstwowe z tworzywa sztucznego

PN-75/E-29070 Materiały elektroizolacyjne. Rury zwijane fenolowe

PN-79/M-11022/02 Wyroby azbestowo-kauczukowe. Plyty uszczelniające typu It. Polonit 300

PN-79/M-11022/03 Wyroby azbestowo-kauczukowe. Plyty uszczelniające typu It. Polonit W

PN-79/M-11022/05 Wyroby azbestowo-kauczukowe. Plyty uszczelniające typu It. Polonit PP

BN-84/3702-02 Elektrolityczne powłoki metalowe w okrętownictwie

BN-72/6112-11 Masa poliwinylowa "Hydronalium", żółta

BN-70/6113-18 Farby poliwinylowe do gruntowania przeciwdzewne reaktywne

BN-78/6113-61 Farby epoksydowe do gruntowania dla okrętownictwa modyfikowane epoksyestrowe

BN-80/6336-01/17 Tworzywa poliamidowe. Tarnamid T-27

BN-81/6336-02/07 Tworzywa poliamidowe. Tarnamid blokowy B

BN-73/6616-14/13 Płyty gumowe. Wulkanizowane i niewulkanizowane płyty olejo- i benzyno-odporne
Pozostałe normy związane podano w tabl. 1

4. Normy zagraniczne

TGL 34389 Schiffbauliche Rohrleitungen. Verzinkte Seewasserleitungen. Schutz vor Kontaktkorrosion

5. Konstrukcja połączeń izolowanych. Szczegółowe rozwiązania izolowanych połączeń konstrukcji kadłubowych i rurociągowych podano w dokumencie A5-1987. Unifikacja zabezpieczenia połączeń konstrukcyjnych przed korozją kontaktową. Wydanie Centrum Techniki Okrętowej.

6. Autorzy projektu normy - dr Jerzy Birn, mgr inż. Czesław Gołowski, mgr inż. Stanisław Szpak-Szpakowski, Centrum Techniki Okrętowej, Ośrodek Materiałoznawstwa i Korozji, Gdańsk.

Tablica 1

Rozpatrywane połączenia rodzajów i gatunków tworzyw metalowych																						
Lp.	Rodzaj tworzywa	Gatunek tworzywa	Numer normy	Aluminiowe stopy		Cynk	Żeliwa					Staliwa		Stale węglowe					Stale węglowe konstrukcyjne wyższej jakości	Stale trudno-rdziejające	Stale stopowe konstrukcyjne	Stale sprężynowe i łańcuchy
				PA2; PA11; PA13; PA20; PA47	AK11; AG51		Z1X; Z1150; Z1200; Z1250; Z1300; Z1350	Z1Cr0,8; Z1Cr1,5	Z1Si5Cr	Zcc 30006 Zcc 35010 Zcb 35004	Zs 40012	L400; L450; L500; L600; L650	L30GS	St05; St2S; St3S; St3SX; St4; St5; St6	R; R35; R45	A; B; D; E; AH32; DH32; EH32; AH36; DH36; EH36; AH40; DH40; EH40	12X (10BX)	18G2A	25, 35, 45, 55, 20 G	10HAV 10HA 10HVAP	16HG; 18HGM; 20HG; 15HN; 38HJM; 30G2; 40H; 30HGS; 25HM; 40HM; 36HNM; 34HNM; 35SG; 35HGS	50S2; 60S2; 60S2A; 50HG; 50HS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Aluminiowe stopy	PA2; PA11; PA13; PA20; PA47;	PN-79/H-88026	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		AK11; AG51	PN-76/H-88027	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Cynk	Raf 1	PN-77/H-82200	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Żeliwa	Z1X; Z1150; Z1200; Z1250; Z1300; Z1350	PN-76/H-83101	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		Z1Cr0,8; Z1Cr1,5	PN-80/H-83113	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
		Z1Si5Cr	PN-79/H-83111	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
		Zcc 30006 Zcc 35010 Zcb 35004	PN-82/H-83221	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		Zs 40012 Zs 55002	PN-76/H-83123	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
4	Staliwa	L400; L450; L500; L600; L650	PN-85/H-83152	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		L30GS	PN-77/H-83160	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
5	Stale węglowe	St05; St2S; St3S; St3SX; St4S; St5; St6	PN-72/H-84020	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		R; R35; R45	PN-81/H-84023	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		A; B; D; E; AH32; DH32; EH32; AH36; DH36; EH36; AH40; DH40; EH40	PN-85/H-92147	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		12X (10BX)	PN-81/H-84023	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		18G2A	PN-72/H-84018	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

cd. tabl.1

Rozpatrywane połączenia rodzajów i gatunków tworzyw metalowych																																
Lp.	Rodzaj tworzywa	Gatunek tworzywa	Numer normy	Stale sprężynowe i na łańcuchy		Miedź	Mosiądze						Brązy						Miedzio-nikiel	Stale odporne na korozję						Ołów	Stop żelazny i ołowiu	Powłoki ochronne				
				D65A	18G2AA; 25HGNM		M1R; M1E	M63	MA77	MC62	MO59	MM55; MM58; MA58	MA67	MK80	B8	BK31	BA1032	BM128; BM157; BA1055		B101; B102	B555; BK331	MNŻ101	2H13; 3H13	3H17M; H17N2	OH17N5M			OH18N9; 1H18N9T	H18N10MT; OOH17N14M2	H25N5M	Pb2	Ł83
1	2	3	4	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1	Aluminiowe stopy	PA2; PA11; PA13; PA20; PA47;	PN-79/H-88026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
		AK11; AG51	PN-76/H-88027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
2	Cynk	Raf 1	PN-77/H-82200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
3	Żeliwa	Z1X; Z1150; Z1200; Z1250; Z1300; Z1350	PN-76/H-83101	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		Z1Cr0,8; Z1Cr1,5	PN-80/H-83113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		Z1Si5Cr	PN-79/H-83111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		Zcc 30006 Zcc 35010 Zcb 35004	PN-82/H-83221	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		Zs 40012 Zs 55002	PN-76/H-83123	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
4	Staliwa	L400; L450; L500; L600; L650	PN-85/H-83152	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		L30GS	PN-77/H-83160	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
5	Stale węglowe	St0,5; St2S; St3s; StSX; St4S; St5; St6	PN-72/H-84020	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		R; R35; R45	PN-81/H-84023	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		A; B; D; E; AH32; DH32; EH32; AH36; DH36; EH36; AH40; DH40; EH40	PN-85/H-92147	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		12X (10BX)	PN-81/H-84023	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		18G2A	PN-72/H-84018	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-

Rozpatrywane połączenia rodzajów i gatunków tworzyw metalowych																						
Lp.	Rodzaj tworzywa	Gatunek tworzywa	Numer normy	Aluminiowe stopy		Cynk	Żeliwa					Staliwa		Stale węglowe					Stale węglowe konstrukcyjne wyższej jakości	Stale trudno- ordze- wające	Stale stopowe konstrukcyjne	Stale sprężynowe i na łańcuchy
				PA2; PA11; PA13; PA20; PA47	AK11; AG51	Raf 1	Z1X; Z1150; Z1200; Z1250; Z1300; Z1350	Z1Cr0,8; Z1Cr1,5	Z15i5Cr	Zcc 30006 Zcc 35010 Zcb 35004	Zs 40012	L400; L450; L500; L600; L650	L30GS	St0S; St2S; St3S; St3SX; St4; St5; St6	R; R35; R45	A; B; D; E; AH32; DH32; EH32; AH36; DH36; EH36; AH40; DH40; EH40	12X (10BX)	18G2A	25, 35, 45, 55, 20 G	10HAV 10HA 10HAVP	16HG; 18HGM; 20HG; 15HN; 38HJM; 30G2; 40H; 30HGS; 25HM; 40HM; 36HNM; 34HNM; 35SG; 35HGS	50S2; 60S2; 50HG; 50HS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
6	Stale węglowe konstrukcyjne wyższej jakości	25, 35, 45, 55, 20G	PN-75/H-84019	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
7	Stale niskostopowe trudno- ordze- wające	10HAV; 10HA; 10HAVP	PN-83/H-84017	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
8	Stale stopowe konstrukcyjne	16HG; 18HGM; 20HG; 15HN; 38HJM; 30G2; 40H; 30HGS; 25HM; 40HM; 36HNM; 34HNM; 35SG; 35HGS	PN-72/H-84030	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
9	Stale sprężynowe i na łańcuchy	50S2; 60S2; 60S2A; 50HG; 50HS	PN-74/H-84032	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		D65A	PN-76/H-84028	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		18G2AA; 25HGNM	PN-81/H-84023	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
10	Miedź	M1R; M1E	PN-77/H-92120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Mosiądze	M63	PN-77/H-87025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MA77	PN-77/H-87025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MC62	PN-77/H-87025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MO59	PN-77/H-87025 PN-79/H-87026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MM55; MM58; MA58	PN-79/H-87026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M67	PN-79/H-87026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rozpatrywane połączenia rodzajów i gatunków tworzyw metalowych																																
Lp.	Rodzaj tworzywa	Gatunek tworzywa	Numer normy	Stale sprężynowe i na łańcuchy		Miedź	Mosiądze						Brązy						Miedzo-nikiel	Stale odporne na korozję						Ołów	Stop łożyskowy cyny i ołowiu	Powłoki ochronne				
				D65A	18G2AA; 25HGNM		M1R; M1E	M63	MA77	MC62	MO59	MM55; MM58; MA58	MA67	MK80	M8	BK31	BA1032	BM128; BM157; BA1055		B101; B102	B555; BK331	MNŻ101	2H13; 3H13	3H17M; H17N2	OH17N5M			OH18N9; 1H18N9T	H18N10MT; OOH17N14M2	H25N5M	Pb2	L83
1	2	3	4	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
6	Stale węglowe konstrukcyjne wyższej jakości	25, 35, 45, 55, 20G	PN-75/H-84019	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
7	Stale niskostopowe trudnordzewiające	10HAV; 10HA; 10HAVP	PN-83/H-84017	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
8	Stale stopowe konstrukcyjne	16HG; 18HGM; 20HG; 15HN; 38HMJ; 30G2; 40H; 30HGS; 25HM; 40HM; 36HNM; 34HNM; 35SG; 35HGS	PN-72/H-84030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
9	Stale sprężynowe i na łańcuchy	50S2; 60S2; 60S2A; 50HG; 50HS	PN-74/H-84032	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		D65A	PN-76/H-84028	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
		18G2AA; 25HGNM	PN-81/H-84023	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
10	Miedź	M1R; M1E	PN-77/H-92120	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	x
11	Mosiądze	M63	PN-77/H-87025	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x
		MA77	PN-77/H-87025	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x	x
		MC62	PN-77/H-87025	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	x
		MO59	PN-77/H-87025 PN-79/H-87026	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x
		MM55; MM58; MA58	PN-79/H-87026	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x
		M67	PN-79/H-87026	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x

Rozpatrywane połączenia rodzajów tworzyw metalowych																						
Lp.	Rodzaj tworzywa	Gatunek tworzywa	Numer normy	Aluminiowe stopy		Cynk	Żeliwa					Staliwa		Stale węglowe					Stale węglowe konstrukcyjne wyższej jakości	Stale trudno-rdziejące	Stale stopowe konstrukcyjne	Stale sprężynowe i na tańcuchy
				PA2; PA11; PA13; PA20; PA47	AK11; AG51	Raf 1	Z1X; Z1150; Z1200; Z1250; Z1300; Z1350	Z1Cr0,8; Z1Cr1,5	Z1Si5Cr	Zcc 30006 Zcc 35010 Zcb 35004	Zs 40012	L400; L450; L500; L600; L650	L30GS	St05; St25; St35; St35X; St4; St5; St6	R; R35; R45	A; B; D; E; AH32; DH32; EH32; AH36; DH36; EH36; AH40; DH40; EH40	12X (10BX)	18G2A	25, 35, 45, 55, 20 G	10HAV 10HA 10HVAF	18HGM; 20HG; 15HN; 38HJM; 30G2; 40H; 30HGS; 25HM; 40HM; 36HNM; 34HNM; 35SG; 35HGS	50S2; 60S2; 60S2A; 50H5; 60H5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
11	Mosiądze	MK80	PN-79/H-87026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Brązy	B8	PN-77/H-87050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		BK31		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		BA1032	PN-77/H-87050 PN-79/H-87026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		BM128, BM157, BA1055	1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B101; B102	PN-79/H-87026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B555; BK331		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Miedzionikiel	MNŻ101	PN-78/H-87052	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Stale odporne na korozję	2H13; 3H13	PN-71/H-86020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3H17M; H17N2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		OH17N5M	BN-77/0631-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		OH18N9; 1H18N9T	PN-71/H-86020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		H18N10MT; OOH17N14M2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		H25N5M	BN-77/0631-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

cd. tabl. 1

Rozpatrywane połączenia rodzajów i gatunków tworzyw metalowych																																	
Lp.	Rodzaj tworzywa	Gatunek tworzywa	Numer normy	Stale sprężynowe i na łańcuchy		Miedź	Mosiądze						Brązy						Miedzio-nikiel	Stale odporne na korozję						Ołów	Stop łożyskowy cyny i ołowiu	Powłoki ochronne					
				D65A	18G2AA; 25HGNM		M1R; M1E	M63	MA77	MC62	MO59	MM55; MM58; MA58	MA67	MK80	B8	BK31	BA1032	BM128; BM157; BA1055		B101; B102	B555; BK331	MNŻ101	2H13; 3H13	3H17M; H17N2	OH17N5M			OH18N9; 1H18N9T	H18N10MT OOH17N14M2	H25N5M	Pb2	L83	cynk
1	2	3	4	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
11	Mosiądze	MK80	PN-79/H-87026	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x	x	
12	Brązy	B8	PN-77/H-87050	-	-	+	x	x	x	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	x	x	x	+	+	-	-	x	x	
		BK31		-	-	+	x	x	x	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	x	x	x	+	+	-	-	x	x	
		BA1032	PN-77/H-87050 PN-79/H-87026	-	-	+	x	x	x	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	x	x	x	+	+	-	-	x	x
		BM128, BM157, BA1055	1)	-	-	+	x	x	x	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	x	x	x	+	+	-	-	x	x
		B101; B102	PN-79/H-87026	-	-	+	x	x	x	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	x	x	x	+	+	-	-	x
B555; BK331	-	-		+	x	x	x	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	x	x	x	+	+	-	-	x	x		
13	Miedzio-nikiel	MNŻ101	PN-78/H-87052	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	x	x	x	+	+	-	-	x	x
14	Stale odporne na korozję	2H13; 3H13	PN-71/H-86020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		3H17M; H17N2		-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	x	-	-	x	x	-	-	x	x
		OH17N5M	BN-77/0631-11	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	x	-	-	x	x	-	-	x	x
		OH18N9; 1H18N9T	PN-71/H-86020	-	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	+	x	x	+	+	-	-	x	x
		H18N10MT; OOH17N14M2		-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	+	x	x	x	-	-	x	x
		H25N5M	BN-77/0631-11	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	x	+	x	x	-	-	x	x

Rozpatrywane połączenia rodzajów i gatunków tworzyw metalowych																						
Lp.	Rodzaj tworzywa	Gatunek tworzywa	Numer normy	Aluminiowe stopy		Cynk	Żeliwa					Staliwa		Stale węglowe					Stale węglowe konstrukcyjne wyższej jakości	Stale trudno-rdziejące	Stale stopowe konstrukcyjne	Stale sprężyste i na łańcuchy
				PA2; PA11; PA13; PA20; PA47	AK11; AG51		Raf 1	Z1X; Z1150; Z1200; Z1250; Z1300; Z1350	Z1Cr0,8; Z1Cr1,5	Z1Si5Cr	Zcc 30006 Zcc 35010 Zcb 35004	Zs 40012	L400; L450; L500; L600; L650	L30GS	St0S; St2S; St3S; St3SX; St4; St5; St6	R; R35; R45	A; B; D; E; AH32; DH32; EH32; AH36; DH36; EH36; AH40; DH40; EH40	12X (10BX)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
15	Ołów	Pb2	PN-75/H-82201	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Stop łożyskowy cyny i ołowiu	Ł83	PN-71/H-87111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Powłoki ochronne	Cynkowa	BN-84/3702-02 BN-80/3702-03	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Kadmowa	BN-84/3702-03	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Niklowa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Chromowa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Znak + oznacza połączenie dwóch metali, które można stosować bez niebezpieczeństwa korozji kontaktowej.

Znak - oznacza, że w połączeniu dwóch metali jeden z nich stanowiący anodę narażony jest na korozję kontaktową.

Znak x oznacza połączenie dopuszczalne w przypadku braku możliwości technicznych innego rozwiązania.

¹⁾ Patrz rozdz. 5.

Rozpatrywane połączenia rodzajów i gatunków tworzyw metalowych																																
Lp.	Rodzaj tworzywa	Gatunek tworzywa	Numer normy	Stale sprężynowe i na łańcuchy		Miedź	Mosiądze						Brązy						Miedzio-nikiel	Stale odporne na korozję						Ołów	Stop łożyskowy cyny i ołowiu	Powłoki ochronne				
				D65A	18G2AA; 25HGNM		M1R; M1E	M63	MA77	MC62	MO59	MM55; MM58; MA58	MA67	MK80	B8	BK31	BA1032	BM128; BM157; BA1055		B101; B102	B555; BK331	MNŻ101	2H13; 3H13	3H17M; H17N2	OH17N5M			OH18N9; 1H18N9T	H18N10MT	OOH17N14M2	H25N5M	Pb2
1	2	3	4	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
15	Ołów	Pb2	PN-75/H-82201	-	-	x	-	x	-	-	-	-	x	+	+	+	+	+	+	+	-	x	x	+	x	x	+	+	-	-	x	x
16	Stop łożyskowy cyny i ołowiu	Ł83	PN-71/H-87111	-	-	x	-	x	-	-	-	-	x	+	+	+	+	+	+	+	-	x	x	+	x	x	+	+	-	-	+	+
17	Powłoki ochronne	Cynkowa	BN-84/3702-02 BN-80/3702-03	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
		Kadmowa	BN-84/3702-03	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
		Niklowa		-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	+	-	-	+	x	
		Chromowa		-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	+	-	-	x	+