



**PRZEPISY
KLASYFIKACJI I BUDOWY
OKRĘTÓW WOJENNYCH**

**CZĘŚĆ VIII
INSTALCJE ELEKTRYCZNE
I SYSTEMY STEROWANIA**

lipiec
2022

GDAŃSK

PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY OKRĘTÓW WOJENNYCH

opracowane i wydane przez Polski Rejestr Statków S.A., zwany dalej PRS, składają się z następujących części:

- Część I – Zasady klasyfikacji
- Część II – Kadłub
- Część III – Wyposażenie kadłubowe
- Część IV – Stateczność i niezatapialność
- Część V – Ochrona przeciwpożarowa
- Część VI – Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze
- Część VII – Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe
- Część VIII – Instalacje elektryczne i systemy sterowania
- Część X – Wyposażenie konwencyjne

natomiast w odniesieniu do materiałów i spawania obowiązują wymagania *Części IX – Materiały i spawanie Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

Przepisy klasyfikacji i budowy okrętów wojennych zostały pozytywnie zaopiniowane przez Radę Techniczną w dniu 20 maja 2022 r. na podstawie Uchwały Rady Technicznej Nr 2/22.

Część VIII – Instalacje elektryczne i systemy sterowania – lipiec 2022, została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. w dniu 28 czerwca 2022 r. i wchodzi w życie z dniem 1 lipca 2022 r.

Z dniem wejścia w życie niniejszej *Części VIII*, jej wymagania mają zastosowanie:

- do okrętów wojennych nowych, dla których podpisanie kontraktu nastąpi 1 lipca 2022 roku lub po tej dacie – w pełnym zakresie,
- do okrętów wojennych istniejących – na zasadach określonych w *Części I – Zasady klasyfikacji*.

Rozszerzeniem i uzupełnieniem *Części VIII – Instalacje elektryczne i systemy sterowania* są następujące Publikacje PRS:

- Publikacja 9/P – Wymagania dla systemów komputerowych,
- Publikacja 15/P – Tablice obciążalności prądowej kabli, przewodów i szyn dla wyposażenia okrętowego,
- Publikacja 25/P – Wymagania dla okrętowych układów energoelektronicznych,
- Publikacja 42/P – Próby maszyn elektrycznych,
- Publikacja 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych,
- Publikacja 120/P – Wymagania dla statków i obiektów z systemami pozycjonowania dynamicznego (DP),

SPIS TREŚCI

	Str.
1 Postanowienia ogólne	7
1.1 Zakres zastosowania.....	7
1.2 Określenia	7
1.3 Zakres nadzoru	10
1.4 Dokumentacja techniczna okrętu	12
1.5 Dokumentacja techniczna urządzeń	14
2 Wymagania ogólne	15
2.1 Warunki pracy.....	15
Tabela 2.1.2.3	16
2.2 Materiały	18
2.3 Wymagania konstrukcyjne i stopnie ochrony obudowy.....	19
2.4 Uziemienia części metalowych	21
2.5 Ochrona odgromowa	23
2.6 Rozmieszczenie urządzeń.....	25
2.7 Pomieszczenia zamknięte ruchu elektrycznego	26
2.8 Wyposażenie elektryczne w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem	26
3 Podstawowe źródło energii elektrycznej	29
3.1 Wymagania ogólne.....	29
3.2 Zespoły prądotwórcze	29
3.3 Liczba i moc transformatorów	31
3.4 Zasilanie z zewnętrznego źródła energii elektrycznej.....	31
3.5 Układy połączeń źródeł energii elektrycznej.....	32
3.6 Elektrownie okrętowe	33
4 Rozdział energii elektrycznej	34
4.1 Układy rozdzielcze.....	34
4.2 Napięcia i częstotliwości dopuszczalne.....	34
4.3 Zasilanie ważnych urządzeń.....	35
4.4 Zasilanie pulpitu sterowniczo-kontrolnych	36
4.5 Urządzenia rozdzielcze	37
5 Napędy elektryczne mechanizmów i urządzeń	45
5.1 Wymagania ogólne.....	45
5.2 Blokada pracy mechanizmów	45
5.3 Łączniki bezpieczeństwa.....	45
5.4 Aparatura nastawczo-rozruchowa	45
5.5 Napędy elektryczne urządzeń sterowych	46
5.6 Napędy elektryczne wciągarek kotwicznych i cumowniczych	49
5.7 Napędy elektryczne pomp.....	50
5.8 Napędy elektryczne wentylatorów	50
5.9 Napędy elektryczne wciągarek łodziowych	51
5.10 Napędy elektryczne drzwi wodoszczelnych i przeciwpożarowych.....	51
6 Oświetlenie	52
6.1 Wymagania ogólne.....	52
6.2 Zasilanie obwodów oświetlenia	52
6.3 Oświetlenie awaryjne	53
6.4 Łączniki w obwodach oświetleniowych.....	54
6.5 Lampy fluorescencyjne i wyładowcze	55
6.6 Gniazda wtyczkowe i wtyczki.....	55
6.7 Natężenie oświetlenia.....	55
6.8 Światła nawigacyjne.....	56
6.9 Oświetlenie ładowisk dla śmigłowców	57

7	Sygnalizacja i łączność wewnętrzna	58
7.1	Wymagania ogólne.....	58
7.2	Elektryczne telegrafy maszynowe.....	58
7.3	Telefoniczna łączność wewnętrzna.....	58
7.4	Rozgłośnia dyspozycyjna.....	59
7.5	Sygnalizacja alarmowa.....	61
7.6	Sygnalizacja wykrywcza pożaru.....	62
7.7	Sygnalizacja ostrzegawcza o uruchomieniu instalacji gaśniczych.....	65
7.8	Sygnalizacja zamykania drzwi wodoszczelnych i przeciwpożarowych.....	66
7.9	Sygnalizacja otwarcia i rejestracji dostępu do pomieszczeń łączności specjalnej, kryptograficznej, kancelarii tajnych.....	66
7.10	Sygnalizacja pomieszczeń chronionych przechowywania broni ręcznej, sprzętu uzbrojenia, amunicji artyleryjskiej i raketowej i materiałów wybuchowych.....	66
8	Zabezpieczenia	67
8.1	Wymagania ogólne.....	67
8.2	Zabezpieczenia prądnic.....	68
8.3	Zabezpieczenia silników.....	69
8.4	Zabezpieczenia urządzeń sterowych.....	70
8.5	Zabezpieczenia transformatorów.....	70
8.6	Zabezpieczenia akumulatorów.....	70
8.7	Zabezpieczenia lamp kontrolnych, woltomierzy, kondensatorów i cewek napięciowych aparatów.....	71
8.8	Zabezpieczenia urządzeń energoelektronicznych.....	71
8.9	Zabezpieczenia w obwodach awaryjnych.....	71
9	Awaryjne źródła energii elektrycznej i rozdział energii ze źródeł awaryjnych	72
9.1	Wymagania ogólne.....	72
9.2	Pomieszczenia awaryjnych źródeł energii elektrycznej.....	72
9.3	Awaryjne źródła energii elektrycznej.....	73
9.4	Rozdział energii elektrycznej ze źródeł awaryjnych.....	75
9.5	Urządzenia rozruchowe awaryjnych zespołów prądowców.....	76
10	Maszyny elektryczne	78
10.1	Wymagania ogólne.....	78
10.2	Pierścienie, komutatory, szczotki.....	78
10.3	Łożyska.....	79
10.4	Czujniki temperaturowe.....	79
10.5	Przeciążenia.....	79
10.6	Prądnice prądu przemiennego.....	80
10.7	Prądnice prądu stałego.....	81
10.8	Hamulce elektromagnetyczne.....	81
11	Transformatory	83
11.1	Wymagania ogólne.....	83
11.2	Przeciążenia, zmienność napięcia i praca równoległa.....	83
12	Urządzenia energoelektroniczne	84
12.1	Wymagania ogólne.....	84
12.2	Dopuszczalne parametry zniekształceń napięcia.....	84
12.3	Układy sterowania i sygnalizacja.....	85
12.4	Próby i pomiary.....	85
13	Akumulatory	86
13.1	Wymagania ogólne.....	86
13.2	Pomieszczenia akumulatorów.....	86
13.3	Ogrzewanie.....	87
13.4	Wentylacja.....	87

13.5 Ładowanie baterii akumulatorów	87
13.6 Instalowanie urządzeń elektrycznych w akumulatorni	87
13.7 Rozruch elektryczny silników spalinowych	87
14 Aparaty elektryczne i sprzęt instalacyjny	89
14.1 Aparaty elektryczne	89
14.2 Sprzęt instalacyjny	91
15 Urządzenia grzewcze	93
15.1 Wymagania ogólne	93
15.2 Ogrzewacze wewnętrzne	93
15.3 Urządzenia kuchenne	94
15.4 Podgrzewacze oleju i paliwa	94
16 Kable i przewody	95
16.1 Wymagania ogólne	95
16.2 Żyły	95
16.3 Materiały izolacyjne	96
16.4 Powłoki ochronne	96
16.5 Uzbrojenie	96
16.6 Cechowanie	97
16.7 Przewody montażowe	97
16.8 Sieć kablowa	97
17 Elektryczny napęd główny	108
17.1 Wymagania ogólne	108
17.2 Dopuszczalne napięcie zasilające	108
17.3 Maszyny elektryczne	108
17.4 Łączniki w obwodach głównych i w obwodach wzbudzenia	110
17.5 Sterowanie elektrycznym napędem głównym	110
17.6 Elektryczne napędy główne z przekształtnikami półprzewodnikowymi	111
17.7 Zabezpieczenia elektrycznego napędu głównego	112
17.8 Przyrządy pomiarowe i kontrolne	112
17.9 Sprzęgła elektryczne	113
18 Wymagania dodatkowe dla urządzeń o napięciu powyżej 1000 V	115
18.1 Wymagania ogólne	115
18.2 Rozdział energii elektrycznej	115
18.3 Zabezpieczenia	116
18.4 Uziemienia ochronne	117
18.5 Rozmieszczenie i stopień ochrony wyposażenia elektrycznego	117
18.6 Rozdzielnice	117
18.7 Maszyny elektryczne	119
18.8 Transformatory	119
18.9 Sieć kablowa	120
18.10 Próby napięciowe	120
19 Systemy pozycjonowania dynamicznego	122
20 Układy zdalnego sterowania i automatyki	123
20.1 Zakres zastosowania	123
20.2 Wymagania konstrukcyjne	123
20.3 Zasilanie układów automatyki	126
20.4 Układy kontrolne	127
20.5 Układy sterowania napędem głównym	129
20.6 Układy sterowania źródłami i rozdziałem energii elektrycznej	132
20.7 Układy automatycznego sterowania kotłów parowych	132
20.8 Układy sterowania instalacjami rurociągów	133

21	Bezwachtowa praca maszynowni i jednoosobowa obsługa mostka nawigacyjnego	134
21.1	Zakres zastosowania.....	134
21.2	Wymagania ogólne.....	134
21.3	Układy kontrolne.....	135
21.4	Układy sterowania.....	137
22	Cyberbezpieczeństwo i ochrona danych	138
23	Wymagania dodatkowe wobec okrętów o kadłubach niemetalowych	147
24	Części zapasowe	148
24.1	Wymagania ogólne.....	148
24.2	Zestaw części zapasowych do urządzeń elektrycznych okrętu	148
	Załącznik 1 – Rezystancja izolacji sieci kablowej	150
	Załącznik 2 – wielkości mechanicznych i elektrycznych parametrów sprawdzanych podczas badań typu urządzeń oraz prób instalacji elektrycznej okrętu	151

1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

1.1 Zakres zastosowania

1.1.1 *Część VIII – Instalacje elektryczne i systemy sterowania* ma zastosowanie do instalacji elektrycznych i układów automatyki okrętów wojennych, podlegających nadzorowi oraz do poszczególnych rodzajów urządzeń, układów i ich wyposażenia zgodnie z ustaleniami zawartymi w 1.3.

1.1.2 Zaleca się stosowanie odpowiednich wymagań *Części VIII* również do wyposażenia elektrycznego okrętów, nie wymienionego w 1.3.2 i 1.3.3.

1.1.3 PRS może zaakceptować inne rozwiązania instalacji elektrycznych, jeżeli uzna je za równoważne rozwiązaniom określonym w *Przepisach* lub gdy spełniają one wymagania dotyczące marynarki wojennej, np. STANAG 1008. Odrębnemu rozpatrzeniu mogą być poddane instalacje elektryczne małych okrętów, np. o wyporności do 300 t, oraz okrętów mających otrzymać w symbolu klasy znak dla ograniczonego lub specjalnego rejonu pływania.

1.2 Określenia

Określenia dotyczące ogólnej terminologii stosowanej w *Przepisach projektowania i budowy okrętów MW RP* (zwanymi dalej *Przepisami*) zawarte są w *Części I – Zasady klasyfikacji*. W przypadku użycia w tekście *Części VIII* określeń objaśnionych w innych częściach *Przepisów*, podawane jest odwołanie do tych części.

Dla potrzeb *Części VIII* wprowadza się dodatkowo następujące określenia:

Awaria – utrata zdolności urządzenia, systemu lub elementu do działania w ramach akceptowalnych kryteriów.

Awaryjne źródło energii elektrycznej – źródło przeznaczone do dostarczenia energii elektrycznej do rozdzielnic awaryjnej w celu rozdzielenia energii do niezbędnych odbiorników na okręcie w przypadku zaniku napięcia na szynach zbiorczych rozdzielnic głównej.

Elektrownia główna – miejsce/miejsca, w którym znajduje się podstawowe źródło energii elektrycznej.

Element układu automatyki – najprostsza, samodzielna pod względem funkcjonalnym całość konstrukcyjna, stosowana w układach automatyki (np. przekaźnik, opornik, element logiczny, czujnik, mechanizm wykonawczy).

Instalacja elektryczna małej mocy – instalacja elektryczna na okręcie o całkowitej mocy źródeł energii elektrycznej nie przekraczającej 50 kVA.

Materiał izolacyjny trudno zapalny – materiał spełniający wymagania określone w *Publikacji 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych*.

Napięcie bezpieczne – napięcie nie stwarzające możliwości porażenia lub poparzenia elektrycznego w warunkach normalnych. Warunki takie uważa się za spełnione, jeżeli uzwojenia transformatorów, przetwornic i innych urządzeń obniżających napięcie są elektrycznie rozdzielone, a wysokość napięcia obniżonego tych urządzeń lub źródeł energii elektrycznej nie przekracza:

- przy prądzie stałym – 50 V między przewodami;
- przy prądzie przemiennym – 50 V między przewodami lub między kadłubem a fazą.

Oświetlenie podstawowe – stałe oświetlenie zapewniające bezpieczne poruszanie się po okręcie i wejście do tych przedziałów, które są dostępne podczas normalnych działań oraz prowadzenie działań na stanowiskach dowodzenia (ANEP-77/1-4-11).

Oświetlenie awaryjne – zamontowane na stałe oświetlenie działające w przypadku awarii oświetlenia podstawowego. Może ono być o niższym poziomie natężenia oświetlenia (ANEP-77/1-4-11). Zasilane z awaryjnego lub tymczasowego awaryjnego źródła energii elektrycznej.

Oświetlenie trzeciorzędne – zamontowany na stałe niezależny system oświetlenia zapewniający minimalny poziom oświetlenia w przypadku awarii oświetlenia podstawowego i dodatkowego (ANEP-77/1-4-11).

Oświetlenie przejściowe – zainstalowane na stałe oświetlenie dostarczane po utracie pierwotnego oświetlenia i przed włączeniem oświetlenia dodatkowego, gdzie poziom ciągłego oświetlenia musi być utrzymywany do celów operacyjnych (ANEP-77/1-4-11).

Podstawowe źródło energii elektrycznej – źródło przeznaczone do dostarczenia energii elektrycznej do rozdzielnic głównej/rozdzielnic głównych w celu rozdziału energii do wszystkich urządzeń koniecznych do utrzymania okrętu w normalnych warunkach bojowych i eksploatacyjnych oraz zapewnienia odpowiednich warunków bytowych.

Pomieszczenia na okręcie – patrz podrozdział 1.2 z Części V-B – *Czynna ochrona przeciwpożarowa, wykrywanie i gaszenie pożarów*.

Pomieszczenia zamknięte ruchu elektrycznego – pomieszczenia lub miejsca przeznaczone wyłącznie dla urządzeń elektrycznych, dostępne tylko dla upoważnionego personelu.

Prądnice wałowe – prądnice napędzane przez mechanizmy napędu głównego okrętu i zasilające elektroenergetyczną sieć okrętu lub wyodrębnione odbiorniki.

Przedziały maszynowe – patrz podrozdział 1.1 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*.

Przewód uziemiający ochrony odgromowej – przewód zapewniający połączenie elektryczne zwodu z uziomem.

Rozdzielnica – to zespół rozdzielczy i sterujący służący do kontroli mocy wytwarzanej przez źródło energii elektrycznej.

Rozdzielnica awaryjna – rozdzielnica zasilana, w przypadku zaniku napięcia na szynach zbiorczych rozdzielnic głównej/rozdzielnic głównych, bezpośrednio z awaryjnego źródła energii elektrycznej lub tymczasowego awaryjnego źródła energii i przeznaczona do rozdziału energii do odbiorników niezbędnych dla bezpieczeństwa okrętu.

Rozdzielnica główna – rozdzielnica zasilana bezpośrednio z podstawowego źródła energii elektrycznej i przeznaczona do rozdziału energii elektrycznej do urządzeń okrętu.

Strefa ochrony odgromowej – strefa chroniona przed bezpośrednimi wyładowaniami atmosferycznymi.

Strefy – przestrzenie zagrożone wybuchem klasyfikuje się na strefy według częstości i czasu występowania gazowej atmosfery wybuchowej, w następujący sposób:

Strefa 0 – przestrzeń, w której gazowa atmosfera wybuchowa występuje w sposób ciągły lub w długich okresach. W strefie 0 dopuszcza się stosowanie jedynie wyposażenia elektrycznego w wykonaniu przeciwwybuchowym, takiego jak:

- urządzenia iskrobezpieczne (typu Exia);
- urządzenia proste (termopary, urządzenia wykorzystujące zjawisko fotoelektryczne, urządzenia do pomiaru naprężeń w konstrukcji, skrzynki zaciskowe, urządzenia przełączające) nieposiadające możliwości generowania lub gromadzenia energii elektrycznej;
- urządzenia certyfikowane do użycia w strefie 0;
- zanurzalne pompy o napędzie elektrycznym, wyposażone w co najmniej dwa niezależne urządzenia odłączające zasilanie w przypadku opadnięcia płynu poniżej poziomu dozwolonego.

Strefa 1 – przestrzeń, w której pojawienie się gazowej atmosfery wybuchowej jest prawdopodobne w warunkach normalnej pracy. W strefie 1 dopuszcza się stosowanie wyposażenia elektrycznego w wykonaniu przeciwwybuchowym, takiego jak:

- wyposażenie przeznaczone do użytku w strefie 0;
- wyposażenie w wykonaniu iskrobezpiecznym (typu Exib), ognioszczelnym (Exd), nadciśnieniowym (Exp), wzmocnionym (Exe), hermetyzowanym (Exm), proszkowym (Exq), olejowym (Exo), specjalnym (Exs);
- wyposażenie kadłuba stanowiące zaciski anod lub elektrod ochrony katodowej kadłuba lub przetworniki (echosond, logu), pod warunkiem że wyposażenie to posiada obudowy gazoszczelne i nie jest umieszczone w bezpośrednim sąsiedztwie grodzi zbiorników ładunkowych;
- tory kablowe.

Strefa 2 – przestrzeń, w której w warunkach normalnej pracy nie jest prawdopodobne pojawienie się gazowej atmosfery wybuchowej, a jeżeli już pojawi się, to sporadycznie i na krótki czas. W strefie 2 dopuszcza się stosowanie wyposażenia elektrycznego w wykonaniu przeciwwybuchowym, takiego jak:

- wyposażenie przeznaczone do użytku w strefie 1;
- wyposażenie specjalne, przeznaczone do użytku w strefie 2 (Exn);
- urządzenia z nadciśnieniem zaakceptowane przez PRS;
- urządzenia posiadające obudowy wypełnione płynnym dielektrykiem lub hermetyzowane, zaakceptowane przez PRS;
- urządzenia mające konstrukcję zapewniającą brak możliwości występowania iskrzenia, łuków elektrycznych, czy też punktowych gorących powierzchni podczas normalnej pracy.

System alarmowy – system, który ostrzega personel o usterkach, nietypowych sytuacjach i innych wymagających uwagi warunkach w urządzeniach i systemach bezpieczeństwa i sterowania.

System bezpieczeństwa – system odpowiedzialny za przywrócenie urządzenia do działania poprzez załączenie mechanizmów dublujących będących w gotowości lub redukcję obciążenia i wyłączający urządzenie w przypadku, gdy występuje zagrożenie całkowitego uszkodzenia.

System sterowania – system zapewniający wykonywanie poleceń i zapewnienie pracy urządzenia na podstawie zaprogramowanych sygnałów lub na podstawie sygnałów wysyłanych przez operatora.

Tablica rozdzielcza – urządzenie przystosowane do dystrybucji energii elektrycznej.

Tymczasowe awaryjne źródło energii elektrycznej – źródło energii przeznaczone do zasilania niezbędnych odbiorników od chwili zaniku napięcia na szynach rozdzielnic głównej do momentu przejęcia obciążenia przez awaryjny zespół prądotwórczy.

Układ alarmowy – układ przeznaczony do sygnalizowania stanów, w których występują odchylenia od ustalonych wartości granicznych wybranych parametrów lub zmiany w wybranych warunkach pracy.

Układ automatyki – określona liczba elementów, zespołów i ich połączeń, tworzących całość konstrukcyjną i funkcjonalną, przeznaczoną do wykonywania określonych czynności sterowania i kontroli.

Układ bezpieczeństwa – układ przeznaczony do określonej ingerencji w stosunku do sterowanego urządzenia, mającej na celu zapobieżenie jego awarii lub rozszerzeniu jej skutków.

Układ sterowania automatycznego – układ przeznaczony do sterowania określonym urządzeniem bez ingerencji człowieka, zgodnie z ustalonym zadaniem.

Układ sterowania zdalnego – układ przeznaczony do zdalnego oddziaływania przez człowieka na określone urządzenie w celu realizacji zadania sterowania postawionego przez sterującego.

Układ wskazujący – układ przeznaczony do wskazywania wartości określonych wielkości fizycznych lub wskazywania określonych stanów.

Układy kontrolne – wspólne określenie dla układów: alarmowego, bezpieczeństwa i wskazującego.

Urządzenie zautomatyzowane – silnik, mechanizm, instalacja lub inne urządzenie wyposażone w układ automatycznego lub zdalnego sterowania.

Uziemienie – połączenie metaliczne zacisku uziemiającego urządzenia z metalowym kadłubem okrętu lub metalową płytą przytwierdzoną do kadłuba i określoną w rozdziale 22.

Ważne urządzenia – urządzenia, których normalna praca zapewnia bezpieczeństwo pływania okrętu, bezpieczeństwo jego wyposażenia i bezpieczeństwo znajdujących się na okręcie ludzi.

Wysokie napięcie – napięcie przekraczające 1000 V AC lub 1500 V DC między przewodami.

Zespół układu automatyki – fragment układu automatyki złożony z pewnej liczby elementów połączonych w jedną całość konstrukcyjną i funkcjonalną.

Zwód – górna część instalacji odgromowej przeznaczona do bezpośredniego przyjmowania wyładowań atmosferycznych.

1.3 Zakres nadzoru

1.3.1 Postanowienia ogólne

Ogólne zasady dotyczące postępowania klasyfikacyjnego, nadzoru nad budową okrętu i produkcją urządzeń oraz przeglądów podane są w *Części I – Zasady klasyfikacji*.

1.3.2 Nadzór nad wykonaniem instalacji elektrycznej okrętu

1.3.2.1 Nadzorowi PRS w trakcie instalowania na okręcie podlegają następujące urządzenia i układy:

- .1 elektryczny napęd główny;
- .2 podstawowe i awaryjne, w tym tymczasowe, źródła energii elektrycznej;
- .3 transformatory zasilające urządzenia wymienione w 1.3.2.1 i przekształtniki energii elektrycznej;
- .4 urządzenia rozdzielcze oraz pulpity kontrolne i sterownicze;
- .5 sieć awaryjnego zasilania;
- .6 napędy elektryczne:
 - mechanizmów utrzymujących w ruchu silniki napędowe okrętu,
 - urządzeń sterowych i urządzeń aktywnego sterowania okrętem,
 - śrub nastawnych,
 - wciągarek kotwicznych, cumowniczych i holowniczych,
 - wciągarek łodziowych,
 - sprzężarek powietrza rozruchowego i powietrza dla sygnałów dźwiękowych,
 - pomp zęzowych i balastowych;
 - drzwi wodoszczelnych i przeciwpożarowych,
 - pomp i sprzężarek objętościowej instalacji gaśniczej,
 - wentylatorów pomieszczeń maszynowych, przedziałów ochronnych, oraz przestrzeni zagrożonych wybuchem,
- .7 oświetlenie podstawowe i awaryjne dróg ewakuacyjnych, pomieszczeń i miejsc rozmieszczenia ważnych urządzeń;
- .8 światła nawigacyjne i lampy sygnalizacyjne;
- .9 elektryczne telegrafy maszynowe;
- .10 służbowa łączność wewnętrzna;
- .11 sygnalizacja alarmu ogólnego;
- .12 sygnalizacja wykrywcza pożaru i sygnalizacja ostrzegawcza o zamierzonym uruchomieniu objętościowej instalacji gaśniczej;
- .13 sygnalizacja drzwi wodoszczelnych i przeciwpożarowych;

- .14 urządzenia elektryczne w pomieszczeniach i przestrzeniach zagrożonych wybuchem;
- .15 sieć kablowa;
- .16 urządzenia uziemiające;
- .17 instalacje odgromowe;
- .18 elektryczne podgrzewacze paliwa i oleju smarowego;
- .19 urządzenia grzewcze i ogrzewacze wewnętrzne;
- .20 układ zdalnego sterowania napędem głównym;
- .21 układy bezpieczeństwa napędu głównego;
- .22 układ automatycznego sterowania zespołów prądotwórczych;
- .23 układy bezpieczeństwa silników napędowych zespołów prądotwórczych;
- .24 układy automatyki pomp i sprężarek powietrza;
- .25 układy automatyki wirówek oleju i paliwa;
- .26 układy zdalnego lub automatycznego sterowania systemami zęzowymi, balastowymi, transportu paliwa;
- .27 układy alarmowe siłowni;
- .28 układy sterowania kotłów parowych;
- .29 układy regulacji temperatury, ciśnienia i lepkości;
- .30 system dynamicznego pozycjonowania okrętu;
- .31 system aktywnej stabilizacji okrętu;
- .32 inne, nie wymienione wyżej, mechanizmy i urządzenia, każdorazowo określane przez PRS.

1.3.2.2 Nadzorowi PRS na okręcie podlegają również wszystkie te układy automatyki, które kontrolują urządzenia, mechanizmy lub instalacje objęte nadzorem albo sterują nimi, stosownie do postanowień niniejszej części *Przepisów*.

1.3.2.3 Urządzenia elektryczne o charakterze gospodarczym i bytowym podlegają nadzorowi PRS w zakresie:

- .1 wpływu pracy tych urządzeń na parametry energii elektrycznej w sieci okrętu;
- .2 doboru typów i przekrojów kabli i przewodów oraz sposobu ich prowadzenia;
- .3 zabezpieczeń, stanu izolacji i uziemień.

1.3.3 Nadzór nad produkcją wyposażenia elektrycznego

1.3.3.1 Nadzorowi PRS w czasie produkcji podlegają następujące elementy wyposażenia elektrycznego, przeznaczone do urządzeń i układów wymienionych w 1.3.2.1:

- .1 zespoły prądotwórcze;
- .2 prądnice, (silniki) elektryczne o mocy 50 kVA (kW) i większej;
- .3 transformatory o mocy większej niż 20 kVA;
- .4 rozdzielnice;
- .5 pulpity kontrolne i sterownicze;
- .6 elektryczne sprzęgła i hamulce;
- .7 aparatura łączeniowa, zabezpieczająca i regulacyjna;
- .8 urządzenia łączności wewnętrznej i sygnalizacji;
- .9 przetwornice maszynowe i urządzenia energoelektroniczne;
- .10 podgrzewacze oleju i paliwa;
- .11 akumulatory;
- .12 kable elektryczne;
- .13 urządzenia grzewcze i ogrzewacze wewnętrzne;
- .14 materiały fotoluminescencyjne i źródła światła dodatkowego oświetlenia dolnego;
- .15 lampy oświetlenia awaryjnego;
- .16 autopiloty;
- .17 rozgłoszenie dyspozycyjne i układy alarmu ogólnego;

- .18 komputery i sterowniki programowalne;
- .19 czujniki i przetworniki;
- .20 regulatory w układach automatyki;
- .21 zawory sterowane energią pomocniczą;
- .22 siłowniki;
- .23 przekaźniki elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne;
- .24 urządzenia rejestrujące (jeżeli realizują funkcje objęte *Przepisami*);
- .25 systemy zasilania bezprzerwowego (UPS) o mocy 3 kVA lub większej;
- .26 inne, nie wymienione wyżej, elementy wyposażenia elektrycznego, każdorazowo określone przez PRS.

1.3.3.2 Każde urządzenie elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym należy poddać nadzorowi sprawowanemu przez instytucje, których dokumenty honorowane są przez PRS, niezależnie od tego, czy dane urządzenie podlega nadzorowi wynikającemu z 1.3.3.1.

1.3.3.3 Program prób urządzeń elektrycznych jest każdorazowo rozpatrywany przez PRS, a wielkości parametrów probierczych podane są w Załączniku 2.

1.4 Dokumentacja techniczna okrętu

1.4.1 Dokumentacja klasyfikacyjna okrętu w budowie

1.4.1.1 Przed rozpoczęciem budowy okrętu należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia dokumentację wymienioną w 1.4.1.2 oraz 1.4.1.3.

1.4.1.2 Dokumentacja klasyfikacyjna urządzeń elektrycznych:

- .1 schematy zasadnicze wytwarzania i rozdziału energii elektrycznej (do rozdzielnic grupowych) ze źródeł głównych i awaryjnych;
- .2 zestawienie danych obwodów z podaniem wielkości prądów, zastosowanych zabezpieczeń oraz typów i przekrojów kabli;
- .3 schematy zasadnicze i widok ogólny rozdzielnic głównych i awaryjnych, pulpitów sterowniczo-kontrolnych ruchu okrętu, tablic świateł nawigacyjnych i urządzeń w wykonaniu nietypowym;
- .4 wyniki obliczeń mocy elektrowni niezbędnej do zapewnienia pracy okrętu w warunkach określonych w 3.1.6, uzasadnienie doboru liczby i mocy prądnic oraz obliczenie mocy awaryjnych źródeł energii elektrycznej;
- .5 schematy sieci awaryjnego zasilania
- .6 zasadnicze lub rozwinięte schematy obwodów głównych, wzbudzenia, sterowania, kontroli, sygnalizacji, zabezpieczenia i blokady urządzeń elektrycznego napędu głównego okrętu;
- .7 wyniki obliczeń mocy prądnic elektrycznego napędu głównego okrętu, niezbędnej do zapewnienia pracy we wszystkich warunkach;
- .8 wyniki obliczeń prądów zwarcia na szynach rozdzielnic głównej i w innych punktach układu elektroenergetycznego – dla uzasadnienia wyboru aparatury łączeniowej i zabezpieczającej prądnic i odbiorników, a także do sprawdzenia obciążeń elektrodynamicznych i termicznych, którym podlegają urządzenia rozdzielcze, aparatura, przewody i szyny rozdzielnic głównej oraz innych rozdzielnic, jak również sprawdzenia selekcji zabezpieczeń;
- .9 wyniki obliczeń natężenia oświetlenia ważnych pomieszczeń i pokładów otwartych (do wglądu);
- .10 schematy łączności wewnętrznej i sygnalizacji;
- .11 schematy zasadnicze ważnych napędów elektrycznych zgodnie z 1.3.2.1.5;
- .12 schematy instalacji smarowania i chłodzenia powietrznego maszyn elektrycznych napędu głównego;
- .13 schemat uziemień ochronnych, rysunki i, w razie potrzeby, obliczenia instalacji odgromowej;

- .14 schemat zasadniczy tras kablowych z określeniem pomieszczeń, przez które one przechodzą;
- .15 wyniki obliczeń pojemności baterii akumulatorów zasilających oświetlenie awaryjne, latarnie sygnałowo-pozycyjne, sygnalizację alarmu ogólnego i pożarową;
- .16 dane dotyczące wyposażenia elektrycznego w strefach zagrożonych wybuchem;
- .17 schematy zdalnego wyłączenia wentylacji, pomp paliwowych i olejowych;
- .18 plany rozmieszczenia prądnic podstawowych i awaryjnych, rozdzielnic głównych, rozdzielnic awaryjnych, akumulatorów, urządzeń w wykonaniu przeciwwybuchowym.
- .19 wyniki obliczeń spodziewanych zniekształceń napięcia w przypadku instalowania na okręcie urządzeń energoelektronicznych.
- .20 dokument szczegółowej oceny ryzyka dotyczącej urządzenia sterowego (wykazującej, że w przypadku pojedynczej awarii urządzenia, systemu sterowania i zasilania, sterowanie okrętem jest utrzymane).

1.4.1.3 Dokumentacja klasyfikacyjna zautomatyzowanych urządzeń okrętu:

- .1 opis techniczny zawierający: wykaz parametrów objętych układami alarmowym, bezpieczeństwa i sterowania automatycznego, informacje dotyczące sposobu zapewnienia ciągłości smarowania cylindrów i mechanizmów silnika głównego, zasilania paliwem, parą itp. oraz innych środków niezbędnych do wykonywania pracy bezwachtowej, jak również przyjętego sposobu napraw i konserwacji poszczególnych zespołów lub elementów układów automatyki oraz dane dotyczące niezawodności poszczególnych układów i/lub ich zespołów;
- .2 schematy funkcjonalne układów automatyki, urządzeń, mechanizmów i instalacji oraz informacje dotyczące sposobu zasilania, właściwości funkcjonalnych, struktury, połączeń z innymi układami oraz rodzaju i wartości granicznych parametrów kontrolowanych przez te układy;
- .3 rysunki zespołów układów automatyki, takich jak pulpity i tablice, z pokazaniem ich elewacji i rozplanowania elementów wewnętrznych oraz ich rozmieszczenia i usytuowania na okręcie;
- .4 w przypadku zastosowania układów komputerowych do sterowania lub kontroli mechanizmów i instalacji, dokumentacja powyższa powinna być uzupełniona w zakresie podanym w punkcie 1.4 z *Publikacji 9/P – Wymagania dla systemów komputerowych*.

1.4.2 Dokumentacja wykonawcza okrętu w budowie

W przypadku zatwierdzenia dokumentacji klasyfikacyjnej wymienionej w 1.4.1 należy przedstawić terenowo właściwej placówce lub agencji PRS do uzgodnienia dokumentację wykonawczą obejmującą:

- .1 rysunki tras kablowych i zamocowania kabli, w tym również kabli awaryjnego zasilania;
- .2 schematy obwodów końcowych rozdzielnic awaryjnej i oświetlenia awaryjnego;
- .3 schematy obwodów końcowych rozdzielnic oświetleniowych;
- .4 program prób, na uwięzi i w morzu, urządzeń elektrycznych i zautomatyzowanych.

1.4.3 Dokumentacja klasyfikacyjna okrętu w modernizacji

1.4.3.1 Przed przystąpieniem do modernizacji okrętu należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia dokumentację tych instalacji, układów i wyposażenia okrętu, które podlegają modernizacji.

1.4.3.2 W przypadku instalowania na okręcie istniejącym nowych, objętych wymaganiami *Przepisów*, urządzeń zasadniczo różniących się od zainstalowanych poprzednio, należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia uzupełniającą dokumentację tych urządzeń i instalacji z nimi związanych, w zakresie wymaganym dla okrętu w budowie (patrz 1.4.1).

1.5 Dokumentacja techniczna urządzeń

1.5.1 Przed rozpoczęciem nadzoru nad produkcją urządzeń elektrycznych należy przedstawić do rozpatrzenia przez PRS następującą dokumentację:

- .1 opis działania i podstawowe dane charakterystyczne;
- .2 specyfikację materiałową, w której należy podać zastosowane elementy, przyrządy i materiały z ich technicznymi charakterystykami;
- .3 rysunek zestawieniowy z przekrojami;
- .4 schemat ideowy;
- .5 warunki techniczne i program prób;
- .6 obliczenia wytrzymałości mechanicznej wału wirnika, rysunki mocowania biegunów i komutatora dla maszyn wirujących o mocy 50 kW (kVA) i większej;
- .7 dla rozdzielnic: obliczenie termicznej i dynamicznej wytrzymałości szyn oraz dobór aparatów do warunków zwarciovych, jeżeli prąd znamionowy prądnic lub prądnic pracujących równolegle przekracza 1000 A;
- .8 dla zespołów prądotwórczych: dobór mocy silnika spalinowego dla prądnic, wykaz czujników i ich nastaw oraz obliczenia drgań skrętnych;
- .9 dla układów energoelektronicznych: obliczenia dotyczące doboru zabezpieczeń zwarciovych, przeciążeniowych i przepięciowych oraz zniekształceń w sieci energetycznej okrętu;
- .10 dane dotyczące statycznej i dynamicznej odporności urządzeń na zakłócenia i podanie środków tłumienia zakłóceń oraz sprawdzenie kompatybilności elektromagnetycznej.
- .11 dla układów sterowania silnikami – analiza stanów awaryjnych i ich skutków (FMEA) oraz (do wglądu) Świadectwo uznania typu wyrobu dla zastosowanych komponentów.

W razie konieczności PRS może wymagać przedstawienia dodatkowej dokumentacji technicznej oraz danych o niezawodności pracy urządzeń.

2 WYMAGANIA OGÓLNE

2.1 Warunki pracy

Przy projektowaniu, doborze i rozmieszczeniu urządzeń elektrycznych powinny być uwzględnione warunki pracy podane w 2.1.1 – 2.1.4.

2.1.1 Narażenia klimatyczne

2.1.1.1 Jako znamionowe robocze temperatury powietrza otaczającego i wody chłodzącej należy przyjmować wielkości temperatur określone w tabeli 2.1.1.1.

Tabela 2.1.1.1

Lp.	Miejsce na okręcie	Temperatura otaczającego powietrza i wody chłodzącej, [°C]			
		żegluga nieograniczona		żegluga poza strefą tropikalną	
		powietrze	woda	powietrze	woda
1	Maszynownia, pomieszczenia zamknięte ruchu elektrycznego, pomieszczenia kuchenne	od 0 do 45	30	od 0 do 40	25
2	Otwarte pokłady i przestrzenie	od -25 do 45	-	od -25 do 40	-
3	Inne pomieszczenia	od 0 do 40	-	od 0 do 40	-

Uwagi:

- ¹⁾ Dla maszyn elektrycznych umieszczonych w maszynowni należy przyjmować maksymalną temperaturę otaczającego powietrza równą +50 °C.
- ²⁾ Urządzenia i elementy elektroniczne przeznaczone do zainstalowania w rozdzielnicach, pulpitych lub obudowach powinny poprawnie pracować w temperaturze powietrza otaczającego do +55 °C. Temperatura do +70 °C nie powinna powodować uszkodzeń elementów, urządzeń i układów.

2.1.1.2 Urządzenia elektryczne powinny poprawnie pracować w warunkach wilgotności względnej powietrza, wynoszącej 75±3% przy temperaturze +45±2 °C lub 80±3% przy temperaturze +40±2 °C oraz wilgotności względnej powietrza 95±3% przy temperaturze +25±2 °C.

2.1.1.3 Elementy konstrukcyjne urządzeń elektrycznych należy wykonywać z materiałów odpornych na działanie atmosfery morskiej lub należy je odpowiednio zabezpieczać przed jej szkodliwym działaniem.

2.1.2 Narażenia mechaniczne

2.1.2.1 Urządzenia elektryczne powinny poprawnie pracować przy wibracjach o częstotliwości od 2 do 100 Hz, a mianowicie:

- przy częstotliwościach od 2 do 13,2 Hz, z amplitudą przemieszczenia ± 1,5 mm;
- przy częstotliwościach od 13,2 do 100 Hz z amplitudą przyspieszenia ± 10 m/s².

Urządzenia elektryczne, przeznaczone do zainstalowania na urządzeniach charakteryzujących się silnymi wibracjami (np. silniki spalinowe, sprężarki) lub zainstalowane w pomieszczeniu maszyny sterowej, powinny poprawnie pracować przy wibracjach o częstotliwości od 2 do 200 Hz, a mianowicie:

- przy częstotliwościach od 2 do 28 Hz z amplitudą przemieszczenia ± 1,5 mm;
- przy częstotliwościach od 28 do 200 Hz z amplitudą przyspieszenia ± 50 m/s².

2.1.2.2 Urządzenia elektryczne powinny być przystosowane do niezawodnej pracy przy długotrwałym przechyle okrętu do 15°, przegłębieniu do 5° oraz przy kołysaniach na burtę do 22,5° z okresem 10 sekund i przy kołysaniu wzdłużnym do 10° od pionu.

Urządzenia awaryjne powinny ponadto pracować niezawodnie przy długotrwałym przechyle do 22,5° i przegłębieniu do 10° oraz przy równoczesnym, wyżej podanym, przechyle i przegłębieniu.

2.1.2.3 Elektryczne urządzenia bezpieczeństwa, aparatura łączeniowa, urządzenia elektryczne i elektroniczne oraz układy zdalnego sterowania powinny działać właściwie przy poniższych kątach przechyłu okrętu:

Tabela 2.1.2.3

Instalacje, elementy	Kąt przechyłu okrętu [°] ²			
	Poprzecznego		Wzdłużnego	
	Statyczny	Dynamiczny	Statyczny	Dynamiczny
Wyposażenie bezpieczeństwa, np. instalacje zasilania awaryjnego, awaryjna pompa pożarowa oraz ich urządzenia Aparatura łączeniowa, urządzenia elektryczne i elektroniczne ¹ oraz systemy zdalnego sterowania	22,5	22,5	10	10

¹ Nie powinny być wykonywane żadne nieplanowane operacje łączeniowe lub zmiany eksploatacyjne.

² Przechył poprzeczny i wzdłużny mogą zachodzić równocześnie.

2.1.2.4 Wyposażenie elektryczne powinno posiadać odpowiednią wytrzymałość mechaniczną i być umieszczone w takim miejscu, w którym nie ma niebezpieczeństwa uszkodzeń mechanicznych (patrz także 2.6.4).

2.1.3 Parametry energii zasilającej

2.1.3.1 Urządzenia elektryczne powinny być tak wykonane, aby w każdym przypadku prawidłowo pracowały w warunkach ustalonych, przy wszystkich odchyleniach od znamionowych wielkości napięcia i częstotliwości, podanych w tabelach: tabeli 2.1.3.1-1 – w zakresie dopuszczalnych wartości odchylenia dla systemów zasilanych prądem przemiennym, tabeli 2.1.3.1-2 – w zakresie dopuszczalnych wartości odchylenia dla systemów zasilanych prądem stałym, tabeli 2.1.3.1-3 – w zakresie dopuszczalnych wartości odchylenia dla systemów zasilanych z baterii akumulatorów (patrz także 3.1.2.2, 10.8.2, 14.1.3.2 – 14.1.3.5 i 16.8.3.3).

Tabela 2.1.3.1-1

Parametr	Odchylenie od wartości znamionowej		
	długotrwałe, [%]	krótkotrwałe	
		wartość, [%]	czas, [s]
Napięcie	+ 6 do \square 10	\pm 20	1,5
Częstotliwość	\pm 5	\pm 10	5

Tabela 2.1.3.1-2

Odchylenia napięcia dla systemów zasilanych prądem stałym	
Parametry	Odchylenia
Dopuszczalne odchylenie ciągłe napięcia	\pm 10%
Dopuszczalne odchylenie cyklicznie zmienne napięcia	5%
Dopuszczalna falistość napięcia wyprostowanego	10%

Tabela 2.1.3.1-3

Odchylenia napięcia dla systemów zasilanych z baterii	
Systemy	Odchylenia
Odbiorniki połączone z baterią podczas jej ładowania (patrz uwaga)	+30%, -25%
Odbiorniki niepołączone z baterią podczas jej ładowania	+20%, -25%
Uwaga: Dopuszcza się możliwość przyjęcia innych wartości odchylenia napięcia (w tym napięcia faliście zmiennego od urządzenia ładującego), zależnie od charakterystyk ładowania/rozładowania baterii.	

2.1.3.2 Zaleca się, by na okrętach wojennych jakość i integralność zasilania energią elektryczną spełniały wymagania PN-EN 50160.

2.1.4 Zakłócenia elektromagnetyczne

2.1.4.1 Okrętowe urządzenia elektryczne i elektroniczne powinny być odporne na zakłócenia elektromagnetyczne:

- .1 wyładowania elektrostatyczne;
- .2 promieniowanie pola elektromagnetycznego;
- .3 zakłócenia impulsowe nanosekundowe;
- .4 zakłócenia przewodzone wysokiej częstotliwości;
- .5 zakłócenia impulsowe dużej energii;
- .6 zakłócenia przewodzone niskiej częstotliwości.

Parametry prób określa *Publikacja 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych*.

2.1.4.2 Okrętowe urządzenia elektryczne i elektroniczne nie powinny emitować zakłóceń elektromagnetycznych, promieniowanych i przewodzonych.

Parametry prób określa *Publikacja 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych*.

2.1.4.3 W celu zabezpieczenia odbiorczych urządzeń radiowych przed zakłóceniami należy uwzględnić wymagania zawarte w rozdziale 5 z *Części X – Wyposażenie konwencyjne*.

2.1.4.4 Ekrany kabli energetycznych, metalowe powłoki kabli i pancerze kabli należy uziemiać możliwie jak najczęściej, co najmniej w miejscach połączeń i na każdym końcu, łącząc je z metalową obudową urządzenia elektrycznego i z kadłubem okrętu.

2.1.4.5 Wszystkie kable sygnalizacyjne, sterownicze, pomiarowe, powinny być ekranowane. Metalowe ekrany tych kabli należy uziemiać odpowiednio do liczby ekranów. W przypadku stosowania kabli podwójnie ekranowanych i przy zakłóceniach pól wysokiej częstotliwości, ekrany wewnętrzne i zewnętrzne należy uziemiać obustronnie i łączyć z uziemieniami urządzeń. Ekrany wewnętrzne kabli przy niskiej częstotliwości sygnałów zakłócających można uziemiać jednostronnie. Powyższe zasady nie dotyczą kabli ekranowanych koncentrycznych.

2.1.4.6 We wszystkich przypadkach należy zapewnić ciągłość połączeń wszystkich przewodzących prąd powłok kabli, zarówno w kablowych skrzynkach rozgałęźnych i rozdzielczych, jak i w przejściach kabli przez przegrody.

2.1.4.7 Przewody uziemiające ekrany kabli można łączyć bezpośrednio do szyny uziemiającej rozdzielnicy, jeżeli taka istnieje, lub bezpośrednio do metalowego kadłuba okrętu.

2.1.4.8 W celu uniknięcia styczności z kadłubem okrętu, ekrany przewodów sygnalizacyjnych i pomiarowych powinny być pokryte zewnętrzną powłoką izolacyjną.

2.1.4.9 Obudowy i ekrany urządzeń elektrycznych instalowanych na mostku nawigacyjnym powinny być uziemione.

Ekran kabli i przewodów giętkich należy uziemiać zgodnie z 2.4.3.5.

Można nie uziemiać obudów i ekranów urządzeń elektrycznych, jeżeli nie wywołują one zakłóceń radiowych, pod warunkiem że urządzenia te nie wymagają uziemień ochronnych.

2.1.4.10 W celu zwiększenia odporności na zakłócenia elektromagnetyczne zaleca się stosować kable ekranowane z parą lub wieloma parami skręconych przewodów.

2.1.4.11 Przy instalowaniu urządzeń elektrycznych i układaniu kabli w pobliżu kompasów magnetycznych należy uwzględnić wymagania zawarte w rozdziale 5 z *Części X – Wyposażenie konwencyjne*.

2.1.4.12 Kable telefoniczne i innej łączności wewnętrznej, z wyjątkiem kabli końcowych odgałęzień poszczególnych telefonów, oraz kable elektryczne urządzeń medycznych mogące powodować zakłócenia radiowe powinny być ekranowane.

2.1.4.13 Na okrętach wykonanych z materiału nie przewodzącego prądu, na których jest wymagane instalowanie urządzeń radiowych, wszystkie kable położone w promieniu 9 m od anten powinny być ekranowane lub w inny sposób zabezpieczone przed zakłóceniami.

2.2 Materiały

2.2.1 Materiały konstrukcyjne

2.2.1.1 Elementy konstrukcyjne urządzeń elektrycznych należy wykonywać ze stali lub z materiałów izolacyjnych co najmniej trudno zapalnych, odpornych na działanie atmosfery morskiej i par olejów lub należy je odpowiednio chronić przed szkodliwym działaniem tych czynników.

2.2.1.2 Śruby, nakrętki, zawiasy itp. elementy służące do mocowania pokryw urządzeń elektrycznych, instalowanych na otwartych pokładach i w pomieszczeniach ze zwiększoną wilgotnością należy wykonywać z materiałów odpornych na korozję lub zabezpieczanych odpowiednimi powłokami ochronnymi.

2.2.1.3 Wszystkie części urządzeń elektrycznych przewodzące prąd należy wykonywać z miedzi, stopów miedzi lub z innych materiałów o równoważnych właściwościach, z wyjątkiem:

- 1** elementów oporowych – te należy wykonywać z materiałów trwałych, o dużej rezystywności i odpornych na działanie wysokiej temperatury;
- 2** uzwojeń klatek wirników silników asynchronicznych i synchronicznych – te można wykonywać z aluminium lub jego stopów odpornych na warunki morskie;
- 3** szczotek i pierścieni węglowych, styków i innych elementów, jeżeli jest to uwarunkowane pożądanymi właściwościami fizycznymi;
- 4** elementów urządzeń elektrycznych przyłączanych bezpośrednio do kadłuba okrętu wykorzystywanego jako przewód powrotny w układzie jednoprzewodowym.

Zastosowanie innych materiałów na części przewodzące prąd podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

2.2.2 Materiały izolacyjne

2.2.2.1 Izolacja części będących pod napięciem powinna mieć odpowiednią wytrzymałość mechaniczną i elektryczną, powinna być odporna na prądy pełzające, odporna na wilgoć i pary oleju lub też powinna być skutecznie zabezpieczona przed działaniem tych czynników.

Przy obciążeniu znamionowym temperatura części przewodzących prąd i miejsc ich połączeń nie może być wyższa od temperatury dopuszczalnej dla zastosowanego materiału izolacyjnego.

2.2.2.2 Do chłodzenia nieizolowanych części urządzeń elektrycznych można stosować tylko niepalne ciecze i gazy.

2.2.2.3 Do izolowania uzwojeń maszyn, aparatów i innych urządzeń o ważnym przeznaczeniu należy stosować materiały o klasach izolacji podanych w tabeli 3.1 Załącznika 2.

Zaleca się stosowanie materiałów izolacyjnych co najmniej klasy E.

2.2.2.4 Przewody stosowane do połączeń wewnętrznych w urządzeniach elektrycznych powinny mieć izolację wykonaną z materiałów co najmniej trudno zapalnych, a w urządzeniach z podwyższonym nagrzewaniem, a także wymienionych w rozdziale 15 – z materiału niepalnego.

2.2.2.5 Materiały izolacyjne stosowane do wyrobu kabli powinny odpowiadać wymaganiom podanym w 16.3.

2.3 Wymagania konstrukcyjne i stopnie ochrony obudowy

2.3.1 Wymagania ogólne

2.3.1.1 Części, które w czasie eksploatacji mogą podlegać wymianie powinny być łatwe do demontażu.

2.3.1.2 Przy stosowaniu połączeń gwintowych należy przedsięwziąć środki wykluczające samoczynne odkręcanie się śrub i nakrętek, a w miejscach wymagających częstego demontażu i otwierania należy je zabezpieczyć przed zagubieniem.

2.3.1.3 Uszczelnienia części urządzeń elektrycznych (drzwi, pokryw, wzierników, dławnic itp.) powinny zapewniać właściwy stopień ochrony w warunkach eksploatacyjnych.

Uszczelki powinny być przymocowane do obudowy lub pokrywy.

2.3.1.4 Osłony, płyty czołowe i pokrywy urządzeń elektrycznych znajdujących się w miejscach dostępnych dla osób postronnych, zapobiegające dostępowi do części pod napięciem, powinny dać się otworzyć tylko przy użyciu narzędzi.

2.3.1.5 Urządzenie elektryczne, w którym mogą gromadzić się skropliny, należy wyposażyć w urządzenia odwadniające. Wewnątrz urządzenia należy wykonać kanały zapewniające odpływ kondensatu ze wszystkich części urządzenia. Uzwojenia i części znajdujące się pod napięciem należy tak rozmieścić lub zabezpieczyć, aby nie podlegały oddziaływaniu skroplin zbierających się wewnątrz urządzenia.

2.3.1.6 Jeżeli w pulpicie sterowniczym lub w rozdzielnicy zastosowane są przyrządy pomiarowe, do których doprowadzony jest olej, para lub woda, to należy zastosować środki zapobiegające przedostawaniu się tych czynników do części urządzeń elektrycznych, znajdujących się pod napięciem w razie uszkodzenia przyrządu lub rurociągów.

2.3.2 Odstępy izolacyjne

2.3.2.1 Odstępy pomiędzy częściami pod napięciem o różnym potencjale lub też między częściami pod napięciem a uziemionymi częściami metalowymi lub zewnętrzną obudową, zarówno w powietrzu jak i po powierzchni materiału izolacyjnego, powinny być odpowiednie do napięć roboczych i warunków pracy urządzenia, z uwzględnieniem właściwości stosowanych materiałów izolacyjnych.

2.3.3 Połączenia wewnętrzne

2.3.3.1 Wszystkie połączenia wewnętrzne w urządzeniach elektrycznych należy wykonywać przewodami wielodrutowymi. Ewentualne stosowanie przewodów jednodrutowych podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

2.3.3.2 Połączenia wewnętrzne w rozdzielnicach, pulpitych sterowniczo-kontrolnych, urządzeniach rozdzielczych, przełączających itp. należy wykonywać za pomocą przewodów o przekroju co najmniej 1 mm². W obwodach sterowania, zabezpieczeń, pomiaru parametrów, sygnalizacji i łączności wewnętrznej należy stosować przewody o przekroju co najmniej 0,5 mm².

W elektrycznych i elektronicznych obwodach przetwarzania i przekazywania słabych sygnałów mogą być stosowane przewody o przekroju mniejszym niż 0,5 mm², co jednak w każdym przypadku wymaga odrębnego uzgodnienia z Centralą PRS.

2.3.3.3 Części przewodzące prąd należy tak mocować, aby nie przenosiły dodatkowych obciążeń mechanicznych, przy czym nie należy stosować wkrętów wkręcanych bezpośrednio w materiał izolacyjny.

2.3.3.4 Końce wielodrutowych żył kabli i przewodów powinny być przygotowane odpowiednio do rodzaju stosowanego zacisku lub powinny być zaopatrzone w końcówki kablów.

2.3.3.5 Przewody izolowane należy tak układać i mocować, aby nie następowało zmniejszenie rezystancji izolacji i aby nie były one narażone na uszkodzenia na skutek działania sił elektrodynamicznych wywołanych zwarciami oraz sił dynamicznych wywołanych drganiami i wstrząsami.

2.3.3.6 Połączenia przewodów izolowanych z zaciskami lub szynami należy wykonywać w taki sposób, aby w normalnych warunkach eksploatacji izolacja przewodów nie była narażona na przegrzanie.

2.3.4 Stopnie ochrony obudowy

2.3.4.1 Urządzenia elektryczne powinny mieć osłony zapewniające stopień ochrony zgodny z normą PN-EN 60529 i odpowiadający warunkom występującym w miejscu ich zainstalowania, albo należy zastosować odpowiednie środki ochrony urządzenia przed szkodliwym wpływem czynników otaczających i ochrony ludzi przed porażeniem prądem elektrycznym.

2.3.4.2 Minimalne stopnie ochrony obudowy urządzeń elektrycznych instalowanych w pomieszczeniach i przestrzeniach okrętu należy dobrać zgodnie z tabelą 2.3.4.2.

Tabela 2.3.4.2

Lp.	Miejsce instalowania urządzeń elektrycznych (przykłady)	Warunki w miejscu instalowania urządzeń	Oznaczenie stopnia ochrony obudowy
1 2 3 4 5 6	Pomieszczenia instalacji amoniaku (maszynownie chłodnicze) Pomieszczenia baterii akumulatorów Magazyny farb Magazyny butli zawierających gazy spawalnicze Magazyny innych materiałów uznanych za niebezpieczne pod względem wybuchowym Tunele rurociągów zawierających ciecz palną o temperaturze zapłonu 60 °C lub niższej	Niebezpieczeństwo wybuchu	Uznany typ bezpieczny (patrz 2.8)
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	Suche pomieszczenia mieszkalne Suche pomieszczenia kontrolno-sterownicze Pomieszczenia na mostku Przestrzenie przy silnikach i kotłach znajdujące się powyżej podłogi Pomieszczenia maszyny sterowej Maszynownie chłodnicze Maszynownie awaryjne Magazynki ogólnego przeznaczenia Pentry Pomieszczenia prowiantowe	Niebezpieczeństwo dotyku części znajdujących się pod napięciem. Niebezpieczeństwo padania kropli wody i/lub niebezpieczeństwo małych uszkodzeń mechanicznych	IP20 IP22

Lp.	Miejsce instalowania urządzeń elektrycznych (przykłady)	Warunki w miejscu instalowania urządzeń	Oznaczenie stopnia ochrony obudowy
17	Łazienki i natryski	Zwiększone niebezpieczeństwo występowania cieczy i/lub uszkodzeń mechanicznych	IP34
18 19 20	Przestrzenie silników i kotłów znajdujące się poniżej podłogi Zamknięte pomieszczenia wirówek oleju napędowego Zamknięte pomieszczenia wirówek oleju smarowego	Zwiększone niebezpieczeństwo występowania cieczy i uszkodzeń mechanicznych	IP44
21 22 23	Pomieszczenia pomp balastowych Chłodnie Kuchnie i pralnie		
24 25	Tunele wałów lub rurociągów w dnie podwójnym okrętu Ładownie	Niebezpieczeństwo zalewania cieczą. Obecność pyłu ładunkowego. Niebezpieczeństwo poważnego uszkodzenia mechanicznego. Agresywne wyziewy.	IP55
26	Otwarte pokłady	Niebezpieczeństwo występowania cieczy w wielkich ilościach	IP56
27	Urządzenia przeznaczone do pracy w warunkach stałego zanurzenia	Zanurzenie	IPX8

Uwagi:

- 1) Gdy obudowa urządzenia nie zapewnia wymaganego stopnia ochrony, należy zastosować inne środki lub inne umiejscowienie urządzenia, aby zapewnić wymagany stopień ochrony obudowy.
- 2) Dla pomieszczeń innych niż określone w tabeli, wymagany stopień ochrony należy każdorazowo uzgodnić z PRS.

2.4 Uziemienia części metalowych

Metalowe obudowy urządzeń elektrycznych na napięcie wyższe niż bezpieczne, nie mających izolacji podwójnej lub wzmocnionej, powinny mieć zacisk uziemiający oznaczony symbolem \equiv

W zależności od przeznaczenia urządzenia elektrycznego powinna być przewidziana możliwość uziemienia jego obudowy od zewnątrz lub od wewnątrz.

2.4.1 Części podlegające uziemieniu

2.4.1.1 Części metalowe urządzeń elektrycznych, dotykane w czasie eksploatacji i mogące w przypadku uszkodzenia znaleźć się pod napięciem (z wyjątkiem wymienionych w 2.4.1.2), powinny mieć trwałe połączenie elektryczne z częścią wyposażoną w zacisk uziemiający skutecznie połączony z kadłubem okrętu (patrz także 2.4.3).

2.4.1.2 Można nie stosować uziemienia dla ochrony od porażeń w przypadkach:

- .1 urządzeń elektrycznych zasilanych napięciem bezpiecznym;
- .2 urządzeń elektrycznych z izolacją podwójną lub wzmocnioną;
- .3 części metalowych urządzeń elektrycznych zamocowanych w materiale izolacyjnym lub przechodzących przez materiał izolacyjny i odizolowanych od części uziemionych i części będących pod napięciem w taki sposób, że w normalnych warunkach pracy nie mogą znaleźć się pod napięciem ani zetknąć się z częściami uziemionymi;
- .4 obudów łożysk specjalnie izolowanych;
- .5 cokołów oprawek i elementów mocujących lamp luminescencyjnych, abażurów, odbłyśników, obudów zamocowanych do oprawek lub opraw wykonanych z materiału izolacyjnego lub wkręconych w taki materiał;
- .6 uchwyty do mocowania kabli;

- .7 pojedynczych odbiorników o napięciu do 250 V, zasilanych przez transformator separacyjny.

2.4.1.3 Ekrany i metalowe uzbrojenie kabli powinny być uziemione.

2.4.1.4 Uzwojenia wtórne wszystkich przekładników prądowych i napięciowych powinny być uziemione.

2.4.2 Uziemienia konstrukcji aluminiowych na okrętach stalowych

Nadbudówki wykonane ze stopów aluminiowych, mocowane do stalowego kadłuba okrętu lecz od niego odizolowane, należy uziemiać specjalnym przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm², odpornym na korozję i nie powodującym korozji elektrolitycznej w miejscu połączenia nadbudówki z kadłubem. Połączenie to powinno być wykonane co najmniej dwoma przewodami w dostępnych do przeglądu przeciwległych miejscach nadbudówki i odpowiednio zabezpieczone przed uszkodzeniem.

2.4.3 Zaciski i przewody uziemiające

2.4.3.1 Mocowanie przewodów uziemiających do kadłuba okrętu należy wykonywać śrubami o średnicy co najmniej 6 mm. Jedynie do mocowania przewodów o przekroju do 2,5 mm² można stosować śruby o średnicy 4 mm, a do przewodów o przekroju do 4 mm² – śruby o średnicy 5 mm.

Śruby te nie mogą być używane do innych celów niż mocowanie przewodów uziemiających. Śruby wkręcane do materiału powinny być z mosiądzu lub innego materiału odpornego na korozję.

Miejsce na kadłubie, do którego mocuje się przewód uziemiający powinno być metalicznie czyste i zabezpieczone przed korozją.

2.4.3.2 Zainstalowane na stałe urządzenia elektryczne należy uziemiać przy pomocy zewnętrznych przewodów uziemiających lub żyły uziemiającej w kablu zasilającym.

Przy zastosowaniu do uziemienia jednej z żył kabla zasilającego, żyła ta powinna być połączona z uziemiającą częścią urządzenia wewnątrz jego obudowy.

Można nie stosować specjalnego uziemienia, jeżeli zamocowanie urządzenia zapewnia trwały elektryczny styk między obudową urządzenia i kadłubem okrętu.

Uziemienie przy pomocy zewnętrznych przewodów uziemiających należy wykonywać przewodem miedzianym. Można stosować również przewody z innego odpornego na korozję metalu lecz pod warunkiem, że ich rezystancja nie będzie większa od rezystancji wymaganego przewodu miedzianego.

Przekrój przewodu uziemiającego wykonanego z miedzi nie może być mniejszy od podanego w tabeli 2.4.3.2.

Tabela 2.4.3.2

Przekrój żyły kabla przyłączonego do urządzenia, [mm ²]	Przekrój przewodu uziemiającego urządzenia stacjonarnego (minimum), [mm ²]	
	przewód jednodrutowy	przewód wielodrutowy
do 2,5	2,5	1,5
powyżej 2,5 do 120	połowa przekroju żyły przyłączonego kabla, lecz nie mniej niż 4	
powyżej 120	70	

Uziemienie wykonane za pomocą specjalnej żyły kabla zasilającego powinno mieć przekrój równy przekrojowi znamionowemu żyły kabla zasilającego – dla kabli o przekroju żył do 16 mm² i co najmniej równy połowie przekroju żyły kabla zasilającego, lecz nie mniejszy niż 16 mm² – dla kabli o przekroju żył większym niż 16 mm².

2.4.3.3 Uziemienie odbiorników ruchomych oraz przenośnych należy wykonywać przy pomocy uziemionych kołków w gniazdach wtyczkowych lub za pomocą innych uziemionych elementów stykowych i miedzianej żyły uziemiającej w przewodzie zasilającym.

Przekrój żyły uziemiającej powinien być nie mniejszy niż znamionowy przekrój żyły giętkiego kabla zasilającego – dla kabli do 16 mm² oraz powinien wynosić co najmniej połowę przekroju żyły tego kabla, lecz nie mniej niż 16 mm² – dla kabli o przekroju większym niż 16 mm².

2.4.3.4 Przewody i żyły uziemiające urządzenia stacjonarne nie powinny być rozłączalne.

2.4.3.5 Uziemienie ekranów i metalowego uzbrojenia kabli należy wykonywać jednym z następujących sposobów:

- 1 miedzianym przewodem uziemiającym o przekroju nie mniejszym niż 1,5 mm² – dla kabli o przekroju do 25 mm² i nie mniejszym niż 4 mm² – dla kabli o przekroju większym niż 25 mm²;
- 2 przez odpowiednie przymocowanie pancerza lub płaszczki metalowego do kadłuba okrętu;
- 3 za pomocą pierścieni znajdujących się w dławnicach kablowych, pod warunkiem że są one odporne na korozję, dobrze przewodzące i sprężyste.

Uziemienia należy wykonywać na obu końcach kabli, z wyjątkiem kabli końcowych, które można uziemiać tylko od strony zasilania.

Jeżeli uziemienia wykonane w sposób podany wyżej wprowadzają zakłócenia w pracy urządzenia, ekrany i metalowe uzbrojenie kabli można uziemiać w inny uznany sposób.

2.4.3.6 Zewnętrzne przewody uziemiające powinny być dostępne do kontroli oraz powinny być zabezpieczone przed poluzowaniem i uszkodzeniami mechanicznymi.

2.5 Ochrona odgromowa

2.5.1 Wymagania ogólne

2.5.1.1 Na okręcie należy zastosować ochronę odgromową, której strefa ochronna powinna obejmować wszystkie urządzenia wymagające ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi.

Na okręcie, na którym wtórne zjawiska wyładowań atmosferycznych mogą spowodować pożar lub wybuch, należy stosować instalację uziemiającą uniemożliwiającą powstawanie iskier wtórnych.

2.5.1.2 Instalacja odgromowa powinna składać się ze zwodu, przewodów uziemiających i uziomu. Na masztach metalowych można nie stosować specjalnych instalacji odgromowych, jeżeli maszt jest skutecznie elektrycznie połączony z metalowym kadłubem okrętu lub uziomem.

2.5.2 Zwód

2.5.2.1 Na okrętach metalowych jako zwody należy wykorzystywać pionowo ustawione konstrukcje: maszty, nadbudówki itp., jeżeli są one elektrycznie połączone z kadłubem okrętu. Dodatkowe zwody można stosować tylko w tych przypadkach, gdy elementy konstrukcyjne nie tworzą wymaganej strefy ochronnej.

2.5.2.2 Jeżeli na topie masztu metalowego umieszczone jest urządzenie elektryczne, to należy zainstalować zwód mający skuteczne elektryczne połączenie z tym masztem.

2.5.2.3 Na każdym maszcie i stendzie wykonanych z materiału nieprzewodzącego należy zainstalować odpowiednią instalację odgromową.

2.5.2.4 Zwody należy wykonywać z pręta o średnicy co najmniej 12 mm. Pręt ten może być z miedzi, stopów miedzi lub ze stali odpowiednio zabezpieczonej przed korozją. W przypadku masztów aluminiowych zwód może być z pręta aluminiowego.

2.5.2.5 Zwód powinien być tak zamocowany do masztu, aby wystawał co najmniej 300 mm ponad jego top i każde urządzenie znajdujące się na maszcie.

2.5.3 Przewód uziemiający

2.5.3.1 Przewody uziemiające należy wykonywać z pręta, płaskownika lub przewodu wielodrutowego o przekroju co najmniej 70 mm², jeżeli są wykonane z miedzi lub jej stopów, i o przekroju nie mniejszym niż 100 mm² – jeżeli stosuje się stal, przy czym przewody stalowe powinny być odpowiednio zabezpieczone przed korozją.

2.5.3.2 Przewody uziemiające należy prowadzić po zewnętrznej stronie masztu i nadbudówek okrętu oraz w miarę możliwości prosto, z możliwie najmniejszą liczbą zgięć, które powinny być łagodne i o możliwie największych promieniach krzywizny.

2.5.3.3 Przewody uziemiające nie mogą przechodzić przez miejsca zagrożone wybuchem.

2.5.4 Uziom

2.5.4.1 Na okrętach o konstrukcji mieszanej jako uziom mogą być wykorzystane metalowe okucia dziobnicy lub inne metalowe konstrukcje zanurzone w wodzie we wszystkich warunkach pływania okrętu.

2.5.4.2 Należy przewidzieć możliwość połączenia przewodów uziemiających lub stalowego kadłuba okrętu z uziemieniem na lądzie w czasie, gdy okręt znajduje się na doku lub pochylni.

2.5.5 Połączenia w instalacji odgromowej

2.5.5.1 Połączenia w instalacji odgromowej należy wykonywać za pomocą spawania, zaciskania lub zacisków śrubowych.

2.5.5.2 Powierzchnia styku połączeń powinna wynosić co najmniej 1000 mm².

Zaciski śrubowe i śruby powinny być wykonane ze stopów miedzi lub ze stali, z zastosowaniem odpowiedniego zabezpieczenia antykorozyjnego.

2.5.6 Instalacja uziemiająca

2.5.6.1 Należy uziemiać odizolowane od siebie konstrukcje metalowe, stałe i ruchome, rurociągi, ekrany sieci kablowej oraz węzły wejściowe do pomieszczeń zagrożonych wybuchem.

2.5.6.2 Rurociągi produktów naftowych i inne związane z pomieszczeniami zagrożonymi wybuchem i znajdujące się na otwartych pokładach lub w pomieszczeniach bez elektromagnetycznego ekranowania, powinny być uziemione do kadłuba w odstępach nie większych niż 10 m.

Rurociągi znajdujące się na pokładzie, na którym istnieje możliwość występowania gazów wybuchowych, lecz nie związane z pomieszczeniami zagrożonymi wybuchem, mogą być uziemiane do kadłuba co 30 m.

2.5.6.3 Przedmioty metalowe znajdujące się w pobliżu przewodów uziemiających powinny być uziemione, jeżeli nie mają metalicznego styku z konstrukcjami uziemionymi lub nie są w inny sposób metalicznie połączone z kadłubem okrętu.

Urządzenia lub części metalowe znajdujące się w odległości nie większej niż 200 mm od przewodów uziemiających powinny być z nimi połączone w taki sposób, aby wykluczona była możliwość powstawania iskier wtórnych.

2.5.6.4 Wszystkie połączenia w instalacji odgromowej powinny być dostępne do kontroli i zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi.

2.6 Rozmieszczenie urządzeń

2.6.1 Urządzenia elektryczne i automatyzacji należy tak instalować, aby zapewniony był dogodny dostęp do elementów manipulacyjnych, jak również do wszystkich części wymagających obsługi, przeglądów i wymiany.

2.6.2 Rozmieszczenie różnych urządzeń i lokalnej infrastruktury sterowania powinno być takie, aby działanie człowieka było logiczne i mogło być wykonywane bez niezamierzonych błędów.

2.6.3 Fizyczne rozmieszczenie maszyn i urządzeń nie może stwarzać ryzyka dla zaokrętowanych osób.

2.6.4 Rozmieszczenie stanowisk sterowania powinno zwiększać użyteczność i redukować błędy ludzkie w działaniach operatorów.

2.6.5 Maszyny elektryczne z poziomym wałem należy tak ustawiać, aby wał był równoległy do płaszczyzny symetrii okrętu. Ustawienie takich maszyn z usytuowaniem wału w innej płaszczyźnie może być stosowane tylko wtedy, gdy maszyna jest konstrukcyjnie przystosowana do pracy przy takim ustawieniu i w warunkach określonych w 2.1.2.2.

2.6.6 Urządzenia chłodzone powietrzem należy tak umieszczać, aby nie zasysały powietrza chłodzącego z żez lub innych miejsc, w których powietrze może być zanieczyszczone czynnikami szkodliwymi dla izolacji oraz dla materiałów przewodowych i konstrukcyjnych tych urządzeń.

2.6.7 Urządzenia przewidziane do instalowania w miejscach, gdzie mogą wystąpić silne wibracje (większe niż podano w 2.1.2.1), których nie można zlikwidować, powinny mieć konstrukcję zapewniającą ich normalną pracę w tych warunkach lub należy je mocować na odpowiednich amortyzatorach.

2.6.8 Urządzenia należy tak mocować, aby elementy mocujące nie zmniejszały wytrzymałości i wodoszczelności pokładów, grodzi i poszycia kadłuba.

2.6.9 Urządzeń elektrycznych nie należy instalować w odległości mniejszej niż 300 mm mierząc poziomo i 1200 mm mierząc pionowo od niezabezpieczonych materiałów palnych.

2.6.10 Przy montażu urządzeń mających obudowy metalowe wykonane z innego materiału niż konstrukcje, na których są one mocowane, należy zastosować odpowiednie środki zapobiegające powstawaniu korozji elektrolitycznej.

2.6.11 Środowisko pracy powinno być zaprojektowane tak, aby było bezpieczne, zapewniało minimum zakłóceń, było wystarczająco wygodne, pomagało w utrzymaniu czujności i maksymalizowało komunikację między operatorami w głównych stanowiska dowodzenia.

2.6.12 Interfejsy użytkownika powinny zostać zaprojektowane w taki sposób, aby zwiększyć użyteczność systemów i sprzętu, zmniejszyć błędy ludzkie, zwiększyć świadomość sytuacyjną oraz wspierać bezpieczne i skuteczne monitorowanie i sterowanie w normalnych i przewidywanych odciągających od normy trybach działania.

2.6.13 Projekt oświetlenia powinien ułatwiać wizualną realizację zadań, bezpieczeństwo i komfort widzenia.

2.7 Pomieszczenia zamknięte ruchu elektrycznego

2.7.1 Drzwi pomieszczeń zamkniętych ruchu elektrycznego powinny otwierać się na zewnątrz i być zamykane kluczem. Drzwi wiodące do korytarzy i przejść mogą otwierać się do wewnątrz pod warunkiem zainstalowania zderzaków ograniczających wychylenie drzwi.

Na drzwiach należy umieścić odpowiedni napis ostrzegawczy.

Z wewnątrz pomieszczenia drzwi powinny otwierać się bez użycia klucza.

2.7.2 Pomieszczenia zamknięte ruchu elektrycznego nie powinny przylegać do zbiorników cieczy palnych. Jeżeli wymaganie to jest konstrukcyjnie niewykonalne, to nie należy instalować na zbiorniku od strony tych pomieszczeń armatury i przyłączy rurociągów.

2.7.3 Nie należy wykonywać wyjść, otwieranych świetlików i innych otworów z pomieszczeń zamkniętych ruchu elektrycznego do pomieszczeń i przestrzeni zagrożonych wybuchem.

2.7.4 W pomieszczeniach zamkniętych ruchu elektrycznego, w przejściach i miejscach obsługi urządzeń elektrycznych typu otwartego, należy zainstalować poręcze wykonane z materiału izolacyjnego.

2.8 Wyposażenie elektryczne w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem

2.8.1 Wymagania niniejszego podrozdziału dotyczą wyposażenia instalowanego na okrętach, na których w zamkniętych lub półzamkniętych pomieszczeniach i przestrzeniach mogą tworzyć się wybuchowe mieszaniny par, gazów lub pyłów z powietrzem (patrz przykłady w tabeli 2.3.4.2 lp. 1-6).

2.8.2 W przestrzeniach i pomieszczeniach zagrożonych wybuchem można instalować tylko urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwybuchowym, odpowiednim dla danej kategorii pomieszczenia oraz klasy temperaturowej i grupy wybuchowości mieszaniny.

Instalowanie urządzeń elektrycznych w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem i przestrzeniach do nich prowadzących powinno odpowiadać wymaganiom podanym w 2.8.3 – 2.8.5.

Instalowanie urządzeń elektrycznych w pomieszczeniach akumulatorów powinno odpowiadać wymaganiom podanym w podrozdziale 13.6.

Instalowanie oscylatorów echosond i ich kabli powinno odpowiadać wymaganiom zawartym w rozdziale 5 z Części X – *Wyposażenie konwencyjne*.

2.8.3 W magazynach zagrożonych wybuchem i w kanałach wentylacji tych magazynów urządzenia elektryczne można instalować tylko wtedy, gdy jest to konieczne ze względów eksploatacyjnych. Dopuszcza się tylko urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwybuchowym – iskrobezpieczne (Exi), z osłoną ognioszczelną (Exd), z osłoną pod ciśnieniem (Exp), o budowie wzmocnionej (Exe) oraz o budowie specjalnej (Exs). Urządzenia te powinny być certyfikowane dla mieszanin wybuchowych o grupie wybuchowości co najmniej IIB i klasie temperaturowej co najmniej T3.

Aparatura łączeniowa, zabezpieczająca oraz sterownicza wyposażenia elektrycznego instalowanego w wyżej wymienionych pomieszczeniach powinna odłączać wszystkie bieguny lub fazy obwodu elektrycznego. Aparaturę taką zaleca się umieścić w przestrzeni niezagrożonej.

2.8.4 W przestrzeniach na pokładzie otwartym w odległości do 1 m od otworów wlotowych kanałów wentylacji pomieszczeń zagrożonych wybuchem albo do 3 m od otworów wylotowych wentylacji mechanicznej tych pomieszczeń można instalować następujące urządzenia elektryczne:

- urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym dopuszczone w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (patrz 2.8.3),
- urządzenia z obudową Exn,
- urządzenia, które nie generują łuku podczas pracy i których powierzchnia nie osiąga niedopuszczalnie wysokiej temperatury,
- urządzenia z uproszczoną osłoną pod ciśnieniem lub obudową odporną na opary (stopień ochrony obudowy co najmniej IP55), których powierzchnia nie osiąga niedopuszczalnie wysokiej temperatury,
- kable.

2.8.5 Przestrzenie sąsiadujące z pomieszczeniem zagrożonym wybuchem i mające wejście do tego pomieszczenia mogą być uważane za bezpieczne pod względem wybuchowym, jeżeli:

- drzwi do pomieszczenia są gazoszczelne, z samozamykaczami bez trzymaczy drzwi,
- w pomieszczeniu jest przewidziany niezależny system wentylacji naturalnej z przestrzeni bezpiecznej,
- przy wejściu do pomieszczenia są umieszczone napisy ostrzegawcze informujące, że w pomieszczeniu mogą znajdować się materiały łatwopalne i niebezpieczne.

2.8.6 W pomieszczeniach, w których pył lub włókna mogą tworzyć z powietrzem mieszanki wybuchowe, można instalować urządzenia elektryczne o stopniu obudowy nie niższym niż IP65.

Jeżeli pył lub włókna mogą czasowo tworzyć z powietrzem mieszanki wybuchowe tylko w przypadku uszkodzenia obudowy lub powstania nieszczelności w pracujących urządzeniach technologicznych oraz przerw w pracy urządzeń wentylacyjnych, to w takich przypadkach można instalować urządzenia elektryczne o stopniu ochrony IP55.

Urządzenia elektryczne, instalowane w tych pomieszczeniach, powinny mieć taką obudowę, aby temperatura ich górnych części poziomych lub nachylonych pod kątem nie większym niż 60° do poziomu była w warunkach pracy ciągłej niższa o co najmniej 75 °C od temperatury tlenu się pyłów, które mogą znajdować się w danym pomieszczeniu (temperaturę tę należy określić dla warstwy pyłu o grubości 5 mm).

2.8.7 Oprawy oświetleniowe w wykonaniu przeciwwybuchowym należy instalować tak, aby wokół nich, z wyjątkiem miejsc mocowania, pozostawała swobodna przestrzeń wynosząca co najmniej 100 mm.

2.8.8 Wszystkie urządzenia zainstalowane w przestrzeniach i pomieszczeniach zagrożonych wybuchem, oprócz urządzeń wykrywczych pożaru, powinny mieć rozłączniki, urządzenia zabezpieczające lub zestawy rozruchowe rozłączające wszystkie bieguny lub fazy – umieszczone na zewnątrz pomieszczeń i przestrzeni zagrożonych wybuchem.

2.8.9 Nie należy mocować urządzeń elektrycznych bezpośrednio do ścianek zbiorników cieczy palnych; odległość urządzeń od ścianek zbiorników powinna wynosić co najmniej 75 mm.

2.8.10 W zamkniętych lub półzamkniętych pomieszczeniach, w których nie występują pary lub gazy mogące spowodować wybuch, ale mających otwory prowadzące do pomieszczeń lub przestrzeni zagrożonych wybuchem, należy w zasadzie instalować urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym.

Urządzenia elektryczne w wykonaniu innym niż przeciwwybuchowe można instalować, jeżeli spełnione są następujące warunki:

- .1 przerwa w pracy urządzeń wentylacyjnych wywołuje sygnał alarmowy (optyczny i akustyczny) oraz powoduje wyłączenie zasilania urządzeń elektrycznych (w przypadkach uzasadnionych – ze zwłoką czasową);
- .2 przewidziana jest blokada zapewniająca możliwość załączenia urządzeń elektrycznych dopiero po dostatecznym przewietrzeniu pomieszczenia (powietrze w pomieszczeniu powinno być wymienione co najmniej 10 razy).

2.8.11 W przedziałach okrętu przeznaczonych do przewozu w pojemnikach ładunków niebezpiecznych pod względem wybuchowym nie należy instalować urządzeń elektrycznych i kabli. Jeżeli instalowanie urządzeń elektrycznych jest konieczne, to powinny one być w wykonaniu przeciwwybuchowym: iskrobezpieczne (Exi), przewietrzane lub z osłoną gazową pod ciśnieniem (Exp), z osłoną ognioszczelną (Exd) lub o budowie wzmocnionej (Exe).

W przedziałach przeznaczonych do sporadycznego przewozu wyżej określonych ładunków można instalować urządzenia elektryczne w wykonaniu innym niż przeciwwybuchowe, pod warunkiem że istnieje możliwość całkowitego odłączenia instalacji elektrycznej przez usunięcie specjalnych połączeń, innych niż bezpieczniki, na czas przewozu ładunków.

2.8.12 W przestrzeniach i pomieszczeniach zagrożonych wybuchem można instalować tylko kable przeznaczone do urządzeń elektrycznych zainstalowanych w tych pomieszczeniach.

Kable przelotowe przechodzące przez wyżej wymienione pomieszczenia i przestrzenie powinny spełniać wymagania podane w 2.8.13 – 2.8.17.

2.8.13 Kable instalowane w pomieszczeniach i przestrzeniach zagrożonych wybuchem powinny mieć:

- .1 metalowy pancerz ochronny lub oplot ekranujący pokryty niemetalową powłoką ochronną, lub
- .2 płaszcz ołowiany oraz dodatkowe zabezpieczenia mechaniczne, lub
- .3 osłonę miedzianą albo ze stali nierdzewnej (tylko dla kabli z izolacją mineralną).

2.8.14 Kable przechodzące przez pomieszczenia i przestrzenie zagrożone wybuchem należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi.

2.8.15 Wszystkie ekrany oraz metalowe uzbrojenie kabli obwodów zasilania silników elektrycznych i obwodów oświetleniowych, przechodzących przez pomieszczenia i przestrzenie zagrożone wybuchem lub zasilających urządzenia elektryczne usytuowane w tych pomieszczeniach, powinny być uziemione co najmniej na obu końcach.

2.8.16 Kable obwodów iskrobezpiecznych mogą być wykorzystane tylko przez jedno urządzenie i należy je układać oddzielnie od innych kabli.

2.8.17 Kable przenośnych urządzeń elektrycznych nie powinny przechodzić przez pomieszczenia i przestrzenie zagrożone wybuchem z wyjątkiem kabli obwodów iskrobezpiecznych.

3 PODSTAWOWE ŹRÓDŁO ENERGII ELEKTRYCZNEJ

3.1 Wymagania ogólne

3.1.1 Każdy okręt należy wyposażyć w podstawowe źródło energii elektrycznej o mocy wystarczającej do zasilania wszystkich niezbędnych urządzeń elektrycznych w warunkach określonych w 3.1.6. Źródło to powinno składać się z co najmniej dwóch prądnic z niezależnym napędem.

3.1.2 Liczba i moc zespołów prądotwórczych i przetwornic energetycznych wchodzących w skład podstawowego źródła energii elektrycznej powinna być taka, aby po wypadnięciu z pracy jednego z nich, pozostałe zapewniały możliwość:

- .1 zasilania ważnych urządzeń w warunkach określonych w 3.1.6 przy jednoczesnym zapewnieniu minimalnych warunków socjalno-bytowych dla załogi;
- .2 uruchomienia silnika z największym prądem rozruchowym i o najcięższym rozruchu, przy czym rozruch tego silnika nie powinien powodować takiego obniżenia napięcia i częstotliwości w sieci, które mogłyby spowodować wypadnięcie z synchronizmu, zatrzymanie silnika napędowego albo odłączenie pracujących maszyn i aparatów;
- .3 zasilania urządzeń elektrycznych niezbędnych do rozruchu głównego układu napędowego.

3.1.3 Do przywrócenia ruchu maszynowni ze stanu bezenergetycznego może być użyte awaryjne źródło energii elektrycznej, jeżeli jego moc własna lub łącznie z dowolnym innym źródłem energii elektrycznej jest wystarczająca do jednoczesnego zasilania urządzeń wymaganych w 9.3.1 – 9.3.3.

3.1.4 Jeżeli do przywrócenia ruchu maszynowni ze stanu bezenergetycznego wykorzystywana jest wyłącznie energia elektryczna, a jej awaryjne źródło nie może być użyte do tego celu, to zespół prądotwórczy stosowany do przywrócenia ruchu maszynowni ze stanu bezenergetycznego powinien być zaopatrzony w układy rozruchowe co najmniej równoważne tym, które są wymagane dla awaryjnego zespołu prądotwórczego.

3.1.5 Zamiast jednego z zespołów prądotwórczych wymienionych w 3.1.1 może być zastosowana prądnica wałowa, jeżeli odpowiada ona wymaganiom określonym w 3.2.3.1 i jeżeli zapewniona jest możliwość uruchomienia silnika głównego w przypadku unieruchomienia dowolnego zespołu prądotwórczego.

3.1.6 Przy określaniu składu i mocy podstawowego źródła energii elektrycznej należy uwzględnić następujące warunki pracy okrętu:

- .1 na przejściu morzem;
- .2 manewry;
- .3 przypadek pożaru, przebicia kadłuba lub innego zagrożenia bezpieczeństwa okrętu;
- .4 inne, zgodnie z przeznaczeniem okrętu.

3.1.7 Na katamaranach należy zainstalować co najmniej jeden zespół prądotwórczy w każdym kadłubie.

3.1.8 Jeżeli podstawowym źródłem energii elektrycznej są baterie akumulatorów, to ich pojemność powinna być wystarczająca do spełnienia wymagań zawartych w 3.1.2.1, w ciągu 8 godzin bez doładowywania.

3.1.9 Na okrętach ograniczonego rejonu żeglugi III z instalacją elektryczną małej mocy jako podstawowe źródło energii elektrycznej może być zastosowany jeden zespół prądotwórczy i/lub baterie akumulatorów.

3.2 Zespoły prądotwórcze

3.2.1 Wymagania ogólne

3.2.1.1 Silniki przeznaczone do napędu prądnic powinny odpowiadać wymaganiom podanym w rozdziale 2 z Części VII – *Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe* oraz dodatkowo wymaganiom niniejszego podrozdziału 3.2.

3.2.1.2 Zespoły prądotwórcze powinny być dobrane na pracę ciągłą z uwzględnieniem spadku mocy w czasie eksploatacji okrętu, w warunkach podanych w 2.1.1.1.

3.2.1.3 W przypadku zwarcia w sieci okrętowej prądnice powinny zapewnić utrzymanie ustalonego prądu zwarcia o wielkości wystarczającej do zadziałania urządzeń zabezpieczających.

3.2.1.4 Prądnice zespołów prądotwórczych powinny mieć zapewnioną regulację napięcia w granicach określonych w 10.6 i 10.7 oraz regulację częstotliwości w granicach określonych w 2.1.3.1.

3.2.1.5 Dla prądnic prądu przemiennego wartość skuteczna pierwszej harmonicznej krzywej napięcia nie powinna przekraczać 5% wartości skutecznej składowej podstawowej.

3.2.2 Rozkład obciążeń przy pracy równoległej zespołów prądotwórczych

3.2.2.1 Charakterystyki regulatorów prędkości obrotowej silników napędowych prądnic prądu przemiennego przeznaczonych do pracy równoległej powinny być takie, aby w zakresie od 20 do 100% obciążenia znamionowego obciążenie czynne każdego z zespołów prądotwórczych nie różniło się od wartości proporcjonalnego obciążenia o więcej niż 15% znamionowej mocy czynnej największej prądnicy pracującej równolegle lub 25% znamionowej mocy czynnej rozpatrywanej prądnicy – w zależności od tego, która z tych wartości jest mniejsza.

Zespoły prądotwórcze prądu przemiennego przewidziane do pracy równoległej powinny być wyposażone w urządzenie do dokładnej regulacji rozdziału obciążenia czynnego w zakresie nie przekraczającym 5% mocy znamionowej przy częstotliwości znamionowej.

3.2.2.2 Zespoły prądotwórcze prądu przemiennego przeznaczone do pracy równoległej należy wyposażyć w taki układ do kompensacji biernego spadku napięcia, aby w pracy równoległej różnice w obciążeniu mocą bierną każdej prądnicy nie przekraczały wartości proporcjonalnej do ich mocy więcej niż o 10% znamionowego obciążenia biernego największej prądnicy lub 25% mocy znamionowej najmniejszej prądnicy – w zależności od tego, która z tych wartości jest mniejsza.

3.2.2.3 W pracy równoległej prądnic prądu przemiennego i obciążeniu w zakresie od 20% do 100% mocy znamionowej dopuszcza się wahania wartości prądu w granicach $\pm 15\%$ wartości prądu znamionowego największej prądnicy.

3.2.2.4 Charakterystyki regulatorów prędkości obrotowej silników napędowych prądnic prądu stałego powinny być takie, aby w pracy równoległej obciążenie poszczególnych prądnic było możliwie proporcjonalne do mocy znamionowej każdej prądnicy.

Przy obciążeniach w granicach od 20% do 100% obciążenia znamionowego, obciążenie poszczególnych prądnic nie powinno różnić się od wielkości proporcjonalnej do mocy danej prądnicy o więcej niż 12% mocy największej lub 20% najmniejszej z prądnic pracujących równolegle. W przypadku prądnic o jednakowej mocy obciążenie dowolnej prądnicy nie powinno różnić się od wielkości proporcjonalnej do mocy znamionowej o więcej niż 10%.

3.2.3 Prądnice wałowe

3.2.3.1 Prądnice wałowe, zastosowane do zasilania elektrycznej sieci okrętu, powinny być wyposażone w urządzenia zapewniające regulację napięcia w granicach określonych w 10.6 i 10.7 oraz regulację częstotliwości w granicach określonych w 2.1.3.1 przy zmiennych prędkościach obrotowych silnika głównego lub wału.

W przypadku spadku częstotliwości w sieci poniżej dopuszczalnej wartości powinno nastąpić samoczynne załączenie jednej lub kilku prądnic z niezależnym napędem oraz zadziałanie sygnalizacji alarmowej w maszynowni lub w CSS.

3.2.3.2 Zastosowanie prądnic wałowych, przeznaczonych do zasilania pojedynczych odbiorników z parametrami napięć i częstotliwości różniącymi się od określonych w 3.2.3.1, podlega odrębnemu uzgodnieniu z Centralą PRS.

3.2.3.3 Prądnice wałowe z przekształtnikami półprzewodnikowymi, zasilające bezpośrednio elektryczną sieć okrętu, powinny bez uszkodzeń wytrzymywać prąd zwarcia na szynach rozdzielnic głównej. Wartość ustalonego prądu zwarcia powinna być wystarczająca do zadziałania urządzeń zabezpieczających.

3.2.3.4 Prądnice wałowe powinny być przystosowane do co najmniej krótkotrwałej pracy równoległej z zespołami prądotwórczymi z niezależnym napędem w celu ręcznego lub automatycznego przejęcia obciążenia.

3.2.3.5 Prądnice wałowe prądu przemiennego należy wyposażyć w automatyczne urządzenia, zapobiegające przeciążeniom prądowym elementów ich układów wzbudzenia przy pracy z prędkością obrotową mniejszą niż 95% prędkości znamionowej. Dopuszcza się odpowiednie obniżenie napięcia na zaciskach prądnic.

3.2.3.6 Na rozdzielnic głównej dla każdej prądnicy wałowej należy zainstalować urządzenie do zdejmowania wzbudzenia, a także przyrządy pomiarowe zgodnie z 4.5.4.3 lub 4.5.4.4.

3.2.3.7 Przy załączeniu prądnicy wałowej do sieci elektrycznej okrętu powinna załączać się automatycznie sygnalizacja świetlna na mostku nawigacyjnym, ostrzegająca, że zmiana prędkości obrotowej napędu głównego może spowodować zmiany parametrów sieci elektrycznej okrętu przekraczające granice określone w 10.6 i 10.7, a także w 2.1.3.1.

3.2.3.8 W układach prądnic wałowych z przekształtnikami półprzewodnikowymi mogą być stosowane, jako kompensatory mocy biernej, prądnice z niezależnym napędem.

3.3 Liczba i moc transformatorów

Na okrętach, na których oświetlenie i inne ważne urządzenia zasilane są przez transformatory, należy zainstalować co najmniej dwa transformatory o takiej mocy, aby przy odłączeniu największego z nich, pozostałe były w stanie zapewnić pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną we wszystkich warunkach pracy okrętu.

W przypadku zastosowania w rozdzielnic głównej sekcjonowanych szyn zbiorczych, transformatory należy podłączyć do różnych sekcji.

Na okrętach rejonu żeglugi III oraz na okrętach rejonu żeglugi II z instalacją elektryczną małej mocy może być zainstalowany tylko jeden transformator.

3.4 Zasilanie z zewnętrznego źródła energii elektrycznej

3.4.1 Na każdym okręcie należy zainstalować przyłącze zasilania ze źródła zewnętrznego.

Przyłącze zasilania ze źródła zewnętrznego powinno być połączone z rozdzielnicą główną kablami ułożonymi na stałe.

Na okrętach z instalacją elektryczną małej mocy kabel zasilający sieć okrętu z zewnętrznego źródła energii elektrycznej może być podłączony bezpośrednio do rozdzielnic głównej.

3.4.2 W przyłączy zasilania ze źródła zewnętrznego należy zainstalować:

- .1 zaciski do podłączenia kabla giętkiego;
- .2 urządzenia łączeniowe i zabezpieczające, umożliwiające załączenie oraz zapewniające ochronę kabla zasilającego rozdzielnicę główną;
- .3 woltomierz lub lampki sygnalizujące obecność napięcia na zaciskach;
- .4 urządzenie do kontroli biegunowości lub kolejności faz lub zapewnić możliwość podłączenia takiego urządzenia;
- .5 zaciski do uziemienia przewodu zerowego doprowadzonego ze źródła zewnętrznego (z wyjątkiem połączenia ze źródła zewnętrznego przez transformator izolujący zainstalowany na okręcie); tabliczkę wskazującą wysokość napięcia, rodzaj prądu i częstotliwość sieci okrętowej;
- .6 urządzenie do mechanicznego zamocowania końca kabla giętkiego doprowadzonego do przyłącza; urządzenie to może znajdować się w samym przyłączy lub w jego pobliżu.

3.4.3 Jeżeli nie przewiduje się pracy równoległej pomiędzy zewnętrznym źródłem energii elektrycznej a źródłami energii elektrycznej zainstalowanymi na okręcie, to układ połączeń powinien mieć blokadę uniemożliwiającą połączenie tych źródeł do pracy równoległej.

3.5 Układy połączeń źródeł energii elektrycznej

3.5.1 Jeżeli źródła energii elektrycznej nie są przystosowane do długotrwałej pracy równoległej na wspólne szyny, to układ połączeń należy wykonać tak, aby była zapewniona możliwość załączenia ich do pracy równoległej na czas niezbędny do przejścia obciążenia jednej prądnicy przez drugą.

3.5.2 Prądnice szeregowo-bocznikowe pracujące równoległe powinny być połączone połączeniami wyrównawczymi.

3.5.3 Jeżeli przewidziana jest praca równoległa prądnic prądu przemiennego, to w rozdzielnic głównej należy zainstalować urządzenia synchronizujące. W przypadku zastosowania samoczynnej synchronizacji należy zastosować rezerwową synchronizację ręczną.

Niezależnie od zastosowania synchronoskopów do ręcznej lub samoczynnej synchronizacji, w każdym przypadku należy zainstalować układy do synchronizacji ręcznej.

3.5.4 W przypadku stosowania kilku prądnic prądu stałego należy zainstalować w rozdzielnic głównej urządzenie do ich magnesowania.

Urządzenie takie należy stosować również w przypadku prądnic synchronicznych prądu przemiennego jeżeli jest ono niezbędne do początkowego wzbudzenia.

3.5.5 Jeżeli do napędu okrętu niezbędne jest zasilanie z podstawowego źródła energii elektrycznej lub gdy całkowita moc prądnic przeznaczonych do pracy równoległej jest większa niż 1000 kVA, to szyny zbiorcze rozdzielnic głównej powinny być podzielone na co najmniej dwie sekcje, połączone w normalnych warunkach pracy przy pomocy wyłączników, rozłączników, odłączników lub łatwo demontowanych odcinków szyn.

Prądnice i odbiorniki energii elektrycznej, rezerwowe względem siebie, powinny być rozdzielone pomiędzy sekcje w sposób możliwie równy.

3.5.6 Na katamaranach należy zastosować sekcjonowanie szyn rozdzielnic głównej, tak aby w każdym kadłubie urządzenia elektryczne zasilane były z odrębnej sekcji.

3.6 Elektrownie okrętowe

3.6.1 Jedna elektrownia główna powinna znajdować się w przedziale maszynowym, między jego skrajnymi poprzecznymi grodziami wodoszczelnymi. Żadna inna gródź znajdująca się pomiędzy grodziami skrajnymi nie powinna rozdzielać wyposażenia elektrowni głównej.

3.6.2 Jeżeli na okręcie przewiduje się zainstalowanie więcej niż jednej elektrowni głównej, to każda z nich powinna być rozmieszczona w innym przedziale wodoszczelnym.

3.6.3 Moce zainstalowane poszczególnych elektrowni głównych powinny być sobie równe lub zbliżone tak dalece jak to możliwe.

3.6.4 Każda z elektrowni głównych powinna spełniać wymagania punktu 3.1.2.

4 ROZDZIAŁ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

4.1 Układy rozdzielcze

4.1.1 W okrętowych instalacjach elektrycznych można stosować następujące układy rozdziału energii elektrycznej:

- .1 dla napięć powyżej 1000 V – zgodnie z 18.2.1.1;
- .2 dla napięć do 1000 V prądu przemiennego:
 - .2.1 trójfazowy, trójprzewodowy izolowany;
- .3 dodatkowo dla napięć do 500 V prądu przemiennego:
 - .3.1 trójfazowy, czteroprzewodowy z uziemionym punktem zerowym, lecz bez wykorzystania kadłuba okrętu jako przewodu powrotnego;
 - .3.2 jednofazowy, dwuprzewodowy izolowany;
- .4 dla prądu stałego:
 - .4.1 dwuprzewodowy izolowany;
 - .4.2 jednoprzewodowy z wykorzystaniem kadłuba okrętu jako przewodu powrotnego – tylko dla napięć do 30 V – w ograniczonych, lokalnie uziemionych układach (np. w układach rozruchowych silników spalinowych).

Stosowanie innych układów podlega uzgodnieniu z PRS.

4.1.2 Jeżeli na okręcie zainstalowana jest jedna rozdzielnica główna, to szyny zbiorcze tej rozdzielnicy powinny być podzielone na sekcje połączone za pomocą wyłączników.

4.1.3 Jeżeli na okręcie są zainstalowane dwie rozdzielnice główne lub więcej, to powinna być zapewniona możliwość wymiany mocy między tymi rozdzielnicami, przy czym linie łączące rozdzielnice powinny być zwymiarowane dla przesyłu mocy równej co najmniej mocy największego z przyłączonych źródeł energii elektrycznej.

4.2 Napięcia i częstotliwości dopuszczalne

4.2.1 Dla napięć powyżej 1000 V – zgodnie z 18.2.2.

4.2.2 Dla napięć prądu przemiennego jako znamionowe wartości napięć i częstotliwości na zaciskach źródeł energii elektrycznej zaleca się przyjmować następujące wartości: 115/230/400/440/690 V (50/60 Hz), 115/440 V (400 Hz) w zależności od przyjętego układu rozdziału energii podanego w 4.1.1.

4.2.3 Dla napięć prądu stałego jako znamionowe wartości napięcia na zaciskach źródeł energii elektrycznej zaleca się przyjmować 24/28 V.

4.2.4 Napięcia znamionowe odbiorników prądu przemiennego nie powinny przekraczać wartości podanych w tabeli 4.2.4.

Tabela 4.2.4

Lp.	Rodzaje odbiorników	Napięcia dopuszczalne [V]
1	Stacjonarne odbiorniki siłowe; urządzenia grzewcze, kuchenne i ogrzewacze wewnętrzne zainstalowane na stałe w pomieszczeniach innych od określonych w lp. 2	1000
2	Przenośne odbiorniki siłowe zasilane z gniazd wtyczkowych, zamontowane na stałe w czasie ich użytkowania; urządzenia grzewcze i ogrzewacze wewnętrzne w kabinach i pomieszczeniach załogowych (patrz 15.2.7)	500
3	Oświetlenie, sygnalizacja i łączność wewnętrzna, obwody sterowania, gniazda wtyczkowe do zasilania odbiorników przenośnych z izolacją podwójną lub wzmocnioną albo separowanych za pomocą transformatora separacyjnego	250

Lp.	Rodzaje odbiorników	Napięcia dopuszczalne [V]
4	Gniazda wtyczkowe zainstalowane w miejscach i pomieszczeniach o zwiększonej wilgotności oraz szczególnie wilgotnych, przeznaczone do zasilania odbiorników bez izolacji podwójnej lub wzmocnionej	50

Zasilanie odbiorników napięciem wyższym niż 1000 V podlega uzgodnieniu z PRS.

4.2.5 Napięcia znamionowe odbiorników prądu stałego nie powinny przekraczać 28 V.

4.3 Zasilanie ważnych urządzeń

4.3.1 Następujące urządzenia ważne i rozdzielnice urządzeń ważnych powinny być zasilane oddzielnymi obwodami na zasadach podanych w 4.3.2 lub 4.3.3:

- .1 napędy elektryczne urządzeń sterowych (patrz też 5.5.2);
- .2 napędy elektryczne wciągarek kotwicznych;
- .3 napędy elektryczne pomp pożarowych;
- .4 napędy elektryczne pomp osuszających i pomp odwadniających;
- .5 urządzenia gaśnicze;
- .6 napędy elektryczne zespołów wzbudzenia elektrycznego napędu głównego;
- .7 rozdzielnice grupowe mechanizmów zapewniających pracę napędu głównego;
- .8 rozdzielnice grupowe oświetlenia podstawowego;
- .9 urządzenia sterowania śrub nastawnych;
- .10 rozdzielnice urządzeń radiokomunikacyjnych;
- .11 rozdzielnice urządzeń nawigacyjnych;
- .12 rozdzielnice latarni sygnałowo-pozycyjnych;
- .13 uzbrojenie i podnośniki amunicji;
- .14 rozdzielnice grupowe innych ważnych urządzeń, zgrupowanych na zasadzie jednorodności spełnianych przez nie funkcji;
- .15 pulpity stanowisk dowodzenia okrętem (patrz także 4.4);
- .16 urządzenia sygnalizacji pożarowej;
- .17 rozdzielnice zasilania napędów i sygnalizacji drzwi wodoszczelnych;
- .18 układy bezprzerwowego zasilania UPS i urządzenia do ładowania baterii akumulatorów;
- .19 system dowodzenia i kierowania uzbrojeniem;
- .20 rozdzielnice oświetlenia hangarów i świateł sygnałowych lądowisk dla śmigłowców;
- .21 urządzenia filtrowentylacyjne i urządzenia do splukiwania okrętu;
- .22 inne urządzenia, ważne z punktu widzenia eksploatacji oraz bezpieczeństwa okrętu i załogi.

Lista urządzeń zasilanych oddzielnymi obwodami podlega uzgodnieniu z PRS.

4.3.2 Obwody zasilające urządzenia ważne zainstalowane podwójnie, z których jedno pełni rolę urządzenia rezerwowego, powinny być podłączone do dwóch różnych rozdzielnic głównych lub dwóch różnych sekcji szyn rozdzielnic głównej – na okrętach z jedną rozdzielnicą główną lub do rozdzielnic głównej i awaryjnej – jeżeli awaryjnym źródłem energii elektrycznej jest zespół prądotwórczy.

Dopuszcza się zasilanie tych odbiorników z dwóch różnych rozdzielnic grupowych, zasilanych wg podanych wyżej zasad.

4.3.3 Urządzenia ważne, poza określonymi w 4.3.2, powinny być zasilane dwoma niezależnymi obwodami z dwóch różnych rozdzielnic głównych lub z dwóch różnych sekcji szyn rozdzielnic głównej – na okrętach z jedną rozdzielnicą główną, lub z rozdzielnic głównej i awaryjnej – jeżeli awaryjnym źródłem energii elektrycznej jest zespół prądotwórczy.

Dopuszcza się zasilanie tych odbiorników pojedynczymi obwodami z rozdzielnic grupowej, zasilanej wg podanych wyżej zasad i przy spełnieniu następujących warunków:

- rozdzielnica grupowa zasila tylko odbiorniki tego samego lub zbliżonego przeznaczenia,
- rozdzielnica grupowa zainstalowana jest w tej samej strefie pożarowej co zasilane przez nią odbiorniki.

4.3.4 Rozdzielnice grupowe przeznaczone do zasilania ważnych urządzeń nie powinny zasilać innych odbiorników.

4.3.5 Zasilanie zintegrowanego systemu walki podlega uzgodnieniu z PRS.

4.3.6 Niezależnie do wymagań podanych w 4.3.2 i 4.3.3, urządzenia ważne dla żywotności okrętu powinny mieć możliwość tymczasowego ich zasilania z rezerwowego systemu rozdziału energii elektrycznej. Wymagania nie stosuje się do okrętów pomocniczych z instalacją elektryczną małej mocy.

4.3.7 Na okrętach z systemem zasilania rezerwowego ważnych urządzeń należy wykonać odpowiednie przejścia kablowe w grodziach i pokładach, w pobliżu włączów lub drzwi.

4.3.8 Na okrętach z instalacją elektryczną małej mocy oraz na innych okrętach – po uzgodnieniu z PRS, obwód zasilający wciągarkę kotwiczną można podłączyć do rozdzielnic pomocniczej napędu wciągarek cumowniczych lub do innej rozdzielnic, pod warunkiem zasilania tej rozdzielnic zgodnie z 4.3.3.

4.3.9 Jeżeli szyny zbiorcze rozdzielnic głównej podzielone są na sekcje mające aparaturę umożliwiającą rozłączanie sekcji, to napędy elektryczne, rozdzielnice grupowe, specjalne urządzenia rozdzielcze lub pulpity instalowane na okręcie podwójnie lub zasilane dwoma obwodami powinny być podłączone do różnych sekcji szyn zbiorczych rozdzielnic głównej.

4.3.10 Obwody końcowe o prądzie znamionowym większym niż 16 A nie powinny służyć do zasilania więcej niż jednego odbiornika.

4.3.11 Zasilanie układów automatyki powinno odpowiadać wymaganiom podanym w 20.3.

4.3.12 Jeżeli do napędu i sterowania okrętem niezbędne jest zasilanie z podstawowego źródła energii elektrycznej, to układ rozdziału energii powinien być tak zaprojektowany, żeby zasilanie urządzeń niezbędnych do napędu, sterowania oraz zapewnienia bezpieczeństwa okrętu było utrzymywane stale lub przywracane bezzwłocznie po wypadnięciu z pracy dowolnej z prądnic.

4.4 Zasilanie pulpity sterowniczo-kontrolnych

4.4.1 W przypadku umieszczenia w pulpitych urządzeń nawigacyjnych, radiowych, elektrycznych, urządzeń automatyki i zdalnego sterowania mechanizmami głównymi i pomocniczymi, pulpity te powinny być zasilane niezależnymi obwodami.

Urządzenia wymienione w 4.3.1 można zasiląć z rozdzielnic umieszczonych w pulpitych sterowniczo-kontrolnych, pod warunkiem że zostaną spełnione wymagania 4.4.2 – 4.4.6 (patrz także 9.4.3).

4.4.2 Pulpity sterowniczo-kontrolne ruchu okrętu powinny być zasilane dwoma niezależnymi obwodami, bezpośrednio lub poprzez transformatory, z dwóch różnych rozdzielnic głównych lub z dwóch różnych sekcji szyn zbiorczych rozdzielnic głównej – na okrętach z jedną rozdzielnicą główną albo jednym obwodem z rozdzielnic głównej i jednym obwodem z rozdzielnic awaryjnej – jeżeli awaryjnym źródłem energii elektrycznej jest zespół prądotwórczy.

4.4.3 Pulpity sterowniczo-kontrolne powinny być również zasilane niezależnym obwodem z innego źródła lub z innych źródeł, jeżeli taka konieczność wynika z wymagań dotyczących zasilanych odbiorników lub z innych przyczyn technicznych.

4.4.4 Rozdzielnica pulpitu powinna mieć przełącznik obwodów zasilania podanych w 4.4.2. i 4.4.3. Jeżeli zastosowano przełącznik automatyczny, to należy również zapewnić możliwość ręcznego wyboru obwodów zasilania, przy czym należy zastosować odpowiednie urządzenie blokujące wybór automatyczny.

4.4.5 Do zasilania odbiorników wymienionych w 4.3.1 z pulpitu sterowniczo-kontrolnych należy stosować niezależny obwód zasilania dla każdego odbiornika (patrz także 9.4.3).

4.4.6 W każdym pulpicie sterowniczo-kontrolnym należy zainstalować sygnalizację świetlną obecności napięcia zasilającego.

4.5 Urządzenia rozdzielcze

4.5.1 Konstrukcje rozdzielnic

4.5.1.1 Konstrukcje wsporcze, płyty czołowe i obudowy rozdzielnic powinny być wykonane z metalu lub innego niepalnego materiału. Pola prądnicowe rozdzielnic głównych powinny być oddzielone przegrodami z materiałów niepalnych.

4.5.1.2 Rozdzielnice powinny mieć dostatecznie sztywną konstrukcję, wytrzymałą na naprężenia mechaniczne powstające w warunkach eksploatacji oraz przy zwarciach. Drzwiczki i pokrywy rozdzielnic należy wzmocnić, aby ograniczyć możliwość powstawania nadmiernych drgań i wibracji.

4.5.1.3 Częstotliwość drgań własnych konstrukcji rozdzielnic powinna być większa od częstotliwości drgań własnych okrętu, tak aby wykluczyć możliwość powstawania drgań rezonansowych. (DNV 202)

4.5.1.4 Rozdzielnice powinny być chronione co najmniej przed kroplami padającymi pionowo. Ochrona ta nie jest wymagana, jeżeli rozdzielnice są przeznaczone do ustawienia w miejscach, gdzie nie istnieją warunki umożliwiające przenikanie do rozdzielnicy padających pionowo kropeł.

4.5.1.5 Rozdzielnice przeznaczone do zainstalowania w miejscach dostępnych dla nieupoważnionych osób powinny mieć drzwiczki otwierane specjalnym kluczem, jednakowym dla wszystkich rozdzielnic na okręcie.

4.5.1.6 Konstrukcja drzwiczek rozdzielnic powinna być taka, aby po ich otwarciu zapewniony był dostęp do urządzeń wymagających obsługi, a urządzenia znajdujące się pod napięciem i umieszczone na drzwiczkach powinny być zabezpieczone przed przypadkowym dotknięciem.

Otwierane drzwiczki i pokrywy, na których umieszczone są elektryczne aparaty sterownicze i przyrządy pomiarowe, powinny być skutecznie uziemione co najmniej jednym przewodem giętkim.

4.5.1.7 Rozdzielnice główne, awaryjne i grupowe oraz pulpity sterownicze należy wyposażyć w poręcze umieszczone na przedniej ich stronie. Rozdzielnice z dostępem od tyłu należy wyposażyć w poziome poręcze umieszczone z tylnej strony rozdzielnic.

Poręcze mogą być wykonane z materiału izolacyjnego, drewna lub z uziemionego metalu pokrytego materiałem izolacyjnym.

4.5.1.8 Pola prądnic rozdzielnic głównych powinny być oświetlone lampami zasilanymi z prądnicą przed jej wyłącznikiem głównym lub z dwóch różnych sekcji szyn zbiorczych poprzez przełącznik.

4.5.1.9 Oświetlenie płyty czołowej rozdzielnic powinno być tak wykonane, aby nie powodowało oślepiania i nie utrudniało obserwacji przyrządów.

4.5.1.10 Konstrukcja rozdzielnic typu przyściennego powinna zapewniać dostęp do urządzeń wymagających obsługi. Drzwi rozdzielnic powinny być unieruchamiane w pozycji otwartej.

Zaleca się, aby wysuwane kasety i panele z aparaturą miały urządzenia mechaniczne, ustalające ich położenie w stanie pracy, w stanie próby (obwody sterownicze połączone) oraz w stanie odłączonym (tory główne i obwody sterownicze odłączone). Wysunięcie lub wsunięcie kasety lub panelu do położenia pracy powinno być możliwe tylko w stanie otwarcia łącznika w obwodzie zasilania.

4.5.2 Szyny i przewody nieizolowane

4.5.2.1 Graniczne temperatury szyn zbiorczych i nieizolowanych połączeń, dopuszczalne przy obciążeniach znamionowych i przy zwarciach oraz dopuszczalne obciążalności zwarciove dla szyn miedzianych należy przyjmować według odpowiednich norm.

4.5.2.2 Szyny wyrównawcze należy dobierać na co najmniej połowę prądu znamionowego największej prądnicy przyłączonej do rozdzielnic głównej.

4.5.2.3 Jeżeli szyna znajduje się w pobliżu części izolowanych lub styka się z nimi, to wpływ cieplny szyny w czasie pracy lub przy zwarcu nie powinien powodować przekroczenia temperatury dopuszczalnej dla danego materiału izolacyjnego.

4.5.2.4 Elektrodynamiczna i termiczna wytrzymałość zwarciova szyn zbiorczych i nieizolowanych połączeń w rozdzielnicach powinna być dostosowana do warunków zwarciowych, występujących w miejscu ich zainstalowania.

Wartość sił dynamicznych występujących w szynach i nieizolowanych połączeniach przy zwarciach należy określać według odpowiednich norm.

4.5.2.5 Izolatory i inne elementy izolacyjne przeznaczone do mocowania szyn zbiorczych i połączeń nieizolowanych powinny wytrzymywać siły powstające w czasie zwarć.

4.5.2.6 Częstotliwość drgań własnych szyn miedzianych nie powinna być zawarta w przedziałach $40 \div 60$ Hz i $90 \div 110$ Hz przy częstotliwości znamionowej 50 Hz, $50 \div 70$ Hz i $110 \div 130$ Hz przy częstotliwości znamionowej 60 Hz oraz $320 \div 480$ Hz i $720 \div 880$ Hz przy częstotliwości znamionowej 400 Hz.

4.5.2.7 W rozdzielnicach prądu stałego biegunowość szyn i nieizolowanych połączeń odnoszących się do różnych biegunów należy oznaczać następującymi barwami:

- .1 czerwoną dla bieguna dodatniego;
- .2 niebieską dla bieguna ujemnego;
- .3 czarną lub w zielono-żółte paski poprzeczne dla przewodów uziemiających;
- .4 jasnoniebieską dla przewodu środkowego.

Przewód wyrównawczy należy oznaczyć barwą tego bieguna, w którym się znajduje oraz dodatkowo białymi poprzecznymi paskami.

4.5.2.8 W rozdzielnicach prądu jednofazowego szyny i połączenia nieizolowane należy oznaczać następującymi barwami:

- .1 brązową dla przewodu fazowego;
- .2 jasnoniebieską dla przewodu zerowego.

4.5.2.9 W rozdzielnicach prądu trójfazowego szyny i połączenia nieizolowane, należące do różnych faz, należy oznaczyć następującymi barwami:

- .1 żółtą dla 1 fazy;
- .2 zieloną dla 2 fazy;
- .3 fioletową dla 3 fazy;

- .4 jasnoniebieską dla przewodu zerowego;
- .5 zielono-żółte poprzeczne paski dla przewodów uziemiających.

4.5.2.10 Połączenia szyn należy wykonać tak, aby wykluczyć powstawanie w nich korozji.

4.5.3 Dobór aparatury i obliczanie prądów zwarcia

4.5.3.1 Urządzenia elektryczne należy tak dobierać, aby w normalnych warunkach pracy nie nastąpiło przekroczenie ich znamionowego napięcia, obciążalności ani dopuszczalnej temperatury. Ponadto powinny one wytrzymać bez uszkodzeń przewidywane przeciążenia i prądy w stanach przejściowych, nie osiągając niebezpiecznych temperatur.

Aparatura zabezpieczająca przed skutkami zwarcia powinna uwzględniać specyficzne dane sieci elektrycznej okrętu, a w szczególności:

- współczynnik mocy przy zwarcu w sieciach prądu przemiennego;
- wartości składowe: podprzejściową i przejściową prądu zwarcia.

Przy doborze aparatury należy uwzględnić co najmniej następujące przypadki zwarc:

- od strony prądnicy;
- na szynach zbiorczych rozdzielnicy głównej;
- na szynach zbiorczych rozdzielnicy awaryjnej;
- w odbiornikach i rozdzielnicach zasilanych bezpośrednio z rozdzielnicy głównej.

Obliczenie minimalnego prądu zwarcia należy wykonać tylko w przypadku niezbędnym do oceny układu.

4.5.3.2 Wyłączniki prądów zwarciovych należy tak dobierać, aby ich znamionowy prąd wyłączalny był nie mniejszy niż spodziewany prąd zwarciovowy w miejscu ich zainstalowania.

4.5.3.3 Znamionowy prąd załączalny wyłączników przeznaczonych do wyłączania prądów zwarciovych nie powinien być mniejszy niż wartość szczytowa spodziewanego prądu zwarciovowego w miejscu ich zainstalowania.

4.5.3.4 Znamionowa wytrzymałość elektrodynamiczna aparatów elektrycznych nie przeznaczonych do wyłączania prądów zwarciovych nie powinna być mniejsza niż spodziewana szczytowa wartość prądu zwarciovowego w miejscu ich zainstalowania.

4.5.3.5 Znamionowa wytrzymałość zwarciowa cieplna powinna odpowiadać wartości spodziewanego prądu zwarciovowego w miejscu zainstalowania aparatów elektrycznych oraz przewidywanemu czasowi zwarcia z uwzględnieniem selektywności działania zabezpieczeń.

4.5.3.6 W obwodach o znamionowym prądzie obciążenia większym niż 320 A dla zabezpieczenia przed przeciążeniami należy stosować wyłączniki. Zaleca się stosować wyłączniki w obwodach o prądzie większym niż 200 A.

4.5.3.7 Wyłączniki w obwodach prądnic szeregowo-bocznikowych przeznaczonych do pracy równoległej powinny mieć biegun łącznika w przewodzie wyrównawczym tak sprzężony z pozostałymi biegunami wyłącznika, aby zamykał się on przed przyłączeniem prądnic do szyn, a otwierał po ich odłączeniu.

4.5.3.8 Obliczenie prądów zwarcia należy wykonać zgodnie z normami lub metodami obliczeniowymi zatwierdzonymi przez PRS.

4.5.3.9 Przy obliczaniu spodziewanego prądu zwarcia należy uwzględnić równoważną impedancję obwodu zwarciovowego. Źródło prądu powinno zawierać wszystkie prądnice, które mogą być załączone równoległe i wszystkie silniki mogące pracować równocześnie. Prądy pochodzące od prądnic i silników powinny być obliczone wg normy IEC 61363-1.

Zgodnie z podaną wyżej normą dla silników prądu przemiennego należy przyjąć następujące wartości skuteczne:

– duże silniki (moc ponad 100kW):

$$I''_M = 6,25I_{rM}$$

$$I_{acM} = 4I_{rM}, \quad t = T/2$$

$$i_{pM} = 10I_{rM}$$

– małe silniki:

$$I''_M = 5I_{rM}$$

$$I_{acM} = 3,2I_{rM}, \quad t = T/2$$

$$i_{pM} = 8I_{rM}$$

gdzie: I''_M – wartość początkowa prądu zwarciovego symetrycznego;

I_{rM} – wartość prądu znamionowego;

I_{acM} – wartość skuteczna prądu zwarciovego symetrycznego;

i_{pM} – wartość szczytowa prądu zwarciovego;

T – okres napięcia zasilającego.

W sieciach prądu stałego do określenia maksymalnej wartości prądu zwarcia dostarczonego przez silniki elektryczne należy przyjąć prąd równy 6-krotnej wartości sumy prądów znamionowych silników elektrycznych, mogących pracować równocześnie.

Obliczenia należy wykonać dla wszystkich przypadków zwarcia niezbędnych dla scharakteryzowania układu.

4.5.4 Rozmieszczenie aparatury

4.5.4.1 Każdy obwód rozdzielnic powinien mieć niemanewrowy łącznik wyłączający wszystkie bieguny lub fazy.

Instalowanie łącznika w każdym obwodzie nie jest wymagane w rozdzielnicach mających łączniki centralne i zasilające obwody końcowe oświetlenia oraz w zabezpieczonych bezpiecznikami obwodach przyrządów pomiarowych, urządzeń blokady, sygnalizacji i lokalnego oświetlenia rozdzielnic.

4.5.4.2 Aparatura łączeniowa oraz przyrządy pomiarowe i kontrolne obsługujące prądnice i ważne urządzenia należy umieszczać w polach odnoszących się do tych prądnic lub urządzeń.

Powyższe wymaganie nie dotyczy przypadku, gdy aparatura łączeniowa i przyrządy pomiarowe dla kilku prądnic zgrupowane są w centralnym polu sterowniczo-pomiarowym rozdzielnic głównej lub w centralnym pulpicie sterowniczym.

4.5.4.3 Aparatura łączeniowa w obwodach odejściowych rozdzielnic powinna być tak umieszczona, aby czynności łączeniowe były możliwe do wykonania bez konieczności otwierania drzwi i pokryw rozdzielnic. Konstrukcja rozdzielnic powinna wykluczać możliwość niezamierzonego, przypadkowego załączenia lub wyłączenia aparatury łączeniowej.

4.5.4.4 Na rozdzielnic głównej i awaryjnej dla każdej prądnicy prądu stałego należy zainstalować po jednym amperomierzu i woltomierzu.

4.5.4.5 Na rozdzielnic głównej dla każdej prądnicy prądu przemiennego i na rozdzielnic awaryjnej dla prądnicy awaryjnej należy zainstalować następujące przyrządy pomiarowe:

- .1 amperomierz z przełącznikiem do pomiaru prądu w każdej fazie;
- .2 woltomierz z przełącznikiem do pomiaru napięć fazowych lub międzyprzewodowych;
- .3 częstotściomierz (można stosować podwójny częstotściomierz z przełącznikiem na każdą prądnicę dla prądnic pracujących równolegle);

.4 watomierz (jeżeli moc przekracza 50 kVA).

4.5.4.6 Na okrętach z instalacją elektryczną małej mocy, na których nie przewiduje się równoległej pracy prądnic, wystarczające jest zainstalowanie na rozdzielnicach głównej i awaryjnej po jednym komplecie przyrządów pomiarowych, wymienionych w 4.5.4.4 lub 4.5.4.5, jeżeli zapewniona będzie możliwość pomiarów dla każdej zainstalowanej prądnicy.

4.5.4.7 W obwodach ważnych urządzeń o prądzie znamionowym 20 A i większym należy instalować amperomierze. Można je umieszczać na rozdzielnicy głównej lub przy stanowiskach sterowniczych.

Mogą być stosowane amperomierze z przełącznikami, lecz niewięcej niż 6 odbiorników na jeden amperomierz.

4.5.4.8 Na rozdzielnicy głównej w obwodzie zasilania ze źródła zewnętrznego należy zainstalować:

- .1** urządzenia łączeniowe i zabezpieczające;
- .2** woltomierz lub lampki sygnalizacyjne.

4.5.4.9 W układach izolowanych należy zainstalować na rozdzielnicach głównych i awaryjnych urządzenia do pomiaru rezystancji izolacji oraz układ sygnalizujący zaniżenie poziomu rezystancji izolacji poniżej wartości alarmowych oddzielne dla każdej sieci lub jedno urządzenie przełączalne.

Prąd przepływający do kadłuba okrętu, a wynikający z pracy urządzenia do pomiaru rezystancji izolacji, nie powinien przekraczać 30 mA. Powinna być świetlna i akustyczna sygnalizacja o niedopuszczalnym obniżeniu się stanu rezystancji izolacji w okrętowej sieci elektrycznej.

4.5.4.10 Przyrządy pomiarowe powinny mieć skale z zapasem przewyższającym znamionowe wartości mierzonych wielkości.

Należy stosować przyrządy pomiarowe o zakresie pomiarowym nie mniejszym niż:

- .1** woltomierz – 120% napięcia znamionowego;
- .2** amperomierz dla prądnic pracujących indywidualnie oraz odbiorników – 130% prądu znamionowego;
- .3** amperomierz dla prądnic pracujących równolegle – zakres skali prądu obciążenia równy 130% prądu znamionowego; zakres skali prądu zwrotnego równy 15% prądu znamionowego (ostatnie wymaganie dotyczy tylko prądnic prądu stałego);
- .4** watomierz dla prądnic pracujących indywidualnie – 130% mocy znamionowej;
- .5** watomierz dla prądnic pracujących równolegle – zakres skali mocy obciążenia równy 130% i zakres skali mocy zwrotnej równy 15% mocy znamionowej;
- .6** częstotściomierz – $\pm 10\%$ częstotliwości znamionowej.

Podane zakresy pomiarowe przyrządów mogą być zmienione w uzgodnieniu z PRS.

4.5.4.11 Znamionowe napięcia, prądy i moce elektrycznego napędu głównego oraz prądnic należy oznaczać na skali przyrządów pomiarowych w postaci wyraźnych znaków.

4.5.4.12 Tam gdzie to jest możliwe, łączniki należy tak instalować i przyłączać do szyn, aby w pozycji „wyłączone” styki ruchome oraz cała związana z łącznikiem aparatura zabezpieczająca i kontrolna były w stanie beznapięciowym.

4.5.4.13 W obwodach odejściowych rozdzielnic zawierających łączniki i bezpieczniki, bezpieczniki powinny być umieszczone pomiędzy szynami a łącznikami. Stosowanie innej kolejności instalowania bezpieczników i łączników podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

4.5.4.14 Bezpieczniki instalowane w rozdzielnicach stojących na poziomie podłogi powinny być umieszczone nie niżej niż 150 mm i nie wyżej niż 1800 mm od poziomu podłogi.

Nieosłonięte części rozdzielnic, będące pod napięciem, powinny być umieszczone nie niżej niż 150 mm od poziomu podłogi.

4.5.4.15 Bezpieczniki należy tak instalować w rozdzielnicach, aby były łatwo dostępne dla obsługi, a wymiana wkładek topikowych była bezpieczna.

4.5.4.16 Bezpieczniki wkręcane należy tak instalować, aby przewody zasilające były przyłączone do wstawki dolnej.

4.5.4.17 Bezpieczniki w biegunach lub fazach jednego obwodu należy instalować obok siebie w pionie lub poziomie, jeżeli konstrukcja gniazd bezpiecznikowych na to zezwala.

Rozmieszczenie bezpieczników w obwodach prądu przemiennego powinno odpowiadać kolejności faz w kierunku z lewej do prawej lub z góry w dół. W obwodach prądu stałego bezpiecznik bieguna dodatniego należy umieszczać z lewej strony lub u góry albo bliżej obsługującego.

4.5.4.18 Pokręta ręcznych regulatorów napięcia w rozdzielnicach głównych lub awaryjnych należy umieszczać w pobliżu przyrządów pomiarowych, przeznaczonych dla prądu.

4.5.4.19 Amperomierze prądnic szeregowo-bocznikowych, przeznaczonych do pracy równoległej, należy instalować w obwodzie bieguna nie łączącego się z przewodem wyrównawczym.

4.5.4.20 Przyrządy umieszczone na częściach ruchomych lub wysuwnych należy przyłączać za pomocą giętkich przewodów wielodrutowych.

4.5.4.21 Pola rozdzielnic, aparatura, przyrządy pomiarowe i obwody odchodzące z rozdzielnic powinny mieć napisy informacyjne.

Stan załączenia aparatów łączeniowych powinien być oznaczony. Dla obwodów prądowych należy podawać znamionowy prąd zastosowanego bezpiecznika oraz nastawienie wyłączników samoczynnych, zabezpieczeń i przekaźników.

4.5.5 Sygnalizacja świetlna

4.5.5.1 Do sygnalizacji świetlnej należy stosować barwy podane w tabeli 4.5.5.1.

Tabela 4.5.5.1

Lp.	Barwa	Znaczenie	Rodzaj sygnału	Zastosowanie w urządzeniach
1	czerwona	niebezpieczeństwo	migający	Alarm w stanach niebezpiecznych wymagających bezzwłocznej interwencji
			ciągły	Ogólny alarm w stanach niebezpiecznych oraz w stanach niebezpiecznych ujawnionych, lecz nie usuniętych
2	żółta	uwaga	migający	Stan nienormalny, lecz nie wymagający bezzwłocznej interwencji
			ciągły	Stan pośredni pomiędzy stanem nienormalnym i stanem bezpiecznym. Stan istniejący nienormalny ujawniony, lecz nie usunięty
3	zielona	bezpieczeństwo	migający	Wskazanie, że mechanizmy rezerwowe weszły do pracy
			ciągły	Normalny stan pracy i działania
4	niebieska	instrukcje i informacje	ciągły	Mechanizmy i urządzenia gotowe do rozruchu. Napięcie w sieci. Stan prawidłowy
5	biała	ogólne informacje	ciągły	Sygnały stosowane w razie konieczności. Działanie automatyczne. Inne dodatkowe sygnały

4.5.5.2 Stosowanie innego rodzaju sygnalizacji świetlnej niż barwy (np. symbolów literowych) podlega uzgodnieniu z PRS.

4.5.6 Umieszczenie rozdzielnic

4.5.6.1 Rozdzielnice główne powinny być umieszczone w tym samym przedziale maszynowym i w tej samej strefie pożarowej A60, co zasilające je źródła energii elektrycznej oraz powinny być usytuowane tak blisko tych źródeł, jak to jest możliwe. Dopuszcza się inne rozmieszczenie rozdzielnic, zgodnie z przyjętą architekturą okrętu, po uzgodnieniu z PRS.

4.5.6.2 Jeżeli odbiorniki ważne dla bezpieczeństwa okrętu, działania środków uzbrojenia oraz służące do sterowania i napędu okrętu są zasilane z rozdzielnic grupowych, to rozdzielnice te, jak i transformatory, przetwornice oraz inne urządzenia stanowiące pomocniczą część układu zasilania, powinny być usytuowane w tym samym przedziale wodoszczelnym, co zasilane przez te rozdzielnice odbiorniki (patrz także 4.3.3).

Wyżej wymienione wymaganie nie dotyczy napędów pomp osuszających, które powinny być zasilane z rozdzielnic zainstalowanej w innym przedziale wodoszczelnym niż przedział, w którym zainstalowana jest pompa.

4.5.6.3 Rozdzielnice główne i grupowe mające z tylnej strony nieosłonięte części pod napięciem, a ustawione wzdłuż burty poniżej wodnicy pływania, powinny być zabezpieczone przed zalaniem wodą w sposób uzgodniony z PRS.

4.5.6.4 Rozdzielnice należy umieszczać w miejscach, w których nie ma możliwości gromadzenia się gazów, pary wodnej, pyłu oraz wyziewów kwasowych.

4.5.6.5 Jeżeli rozdzielnice o stopniu ochrony IP10 i niższym są umieszczone w pomieszczeniu, szafie lub wnęcie, to sąsiadujące powierzchnie powinny być z niepalnego materiału lub pokryte takim materiałem.

4.5.6.6 Prowadzenie rurociągów w pobliżu urządzeń elektrycznych powinno odpowiadać wymaganiom 1.16.11.12, 1.16.11.13 i 1.16.11.14 z Części VI – Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze.

4.5.6.7 Rozdzielnicę latarni sygnałowo-pozycyjnych należy umieścić na mostku, w miejscu łatwo dostępnym i dobrze widocznym dla obsługi.

4.5.6.8 Na katamaranach rozdzielnica główna powinna być zainstalowana w każdym kadłubie. Dopuszcza się zainstalowanie tylko jednej rozdzielnic głównej, pod warunkiem umieszczenia jej powyżej pokładu grodziowego.

4.5.7 Dostęp do rozdzielnic

4.5.7.1 Z przodu rozdzielnic powinny być przejścia o szerokości nie mniejszej niż 800 mm przy długości rozdzielnic do 3 m i nie mniejszej niż 1000 mm dla rozdzielnic dłuższych.

Na okrętach o wyporności 200 t i mniejszej szerokość przejść może być zmniejszona do 600 mm.

4.5.7.2 Wzdłuż rozdzielnic wolno stojących należy zapewnić z tyłu przejście o szerokości nie mniejszej niż 600 mm przy długości rozdzielnic do 3 m oraz nie mniejszej niż 800 mm dla rozdzielnic dłuższych.

Szerokość przejść między wolno stojącymi rozdzielnicami z nieosłoniętymi częściami pod napięciem powinna być nie mniejsza niż 1000 mm.

4.5.7.3 Przestrzeń z tyłu wolno stojących rozdzielnic z nieosłoniętymi częściami pod napięciem powinna być odgradzona i zamykana drzwiami zgodnie z 2.7.1.

4.5.7.4 Z przestrzeni znajdujących się za wolno stojącymi rozdzielnicami, o których mowa w 4.5.7.3, o długości większej niż 3 m, powinny być co najmniej dwa wyjścia, rozmieszczone po przeciwległych po długości stronach rozdzielnic, prowadzące do pomieszczenia, w którym jest ona ustawiona. Zezwala się, aby jedne drzwi prowadziły do pomieszczenia przyległego, z odrębnym wyjściem.

4.5.7.5 Szerokość przejść wymienionych w 4.5.7.1 i w 4.5.7.2 należy mierzyć od najbardziej wystających części aparatury i konstrukcji rozdzielnic do wystających części wyposażenia lub konstrukcji okrętu.

5 NAPĘDY ELEKTRYCZNE MECHANIZMÓW I URZĄDZEŃ

5.1 Wymagania ogólne

5.1.1 Stanowiska sterownicze oraz automatyka napędów powinny spełniać mające zastosowanie wymagania określone w 20.1, a zasilanie elektrycznych układów automatyki – wymagania określone w 20.3.

5.1.2 Mechanizmy z napędem elektrycznym powinny mieć sygnalizację świetlną o załączeniu napędu.

5.1.3 Urządzenia z automatycznym, zdalnym i ręcznym sterowaniem powinny być tak wykonane, aby przy przechodzeniu na sterowanie ręczne, sterowanie automatyczne lub zdalne wyłączało się samoczynnie. Sterowanie ręczne powinno być niezależne od automatycznego lub zdalnego.

5.2 Blokada pracy mechanizmów

5.2.1 Mechanizmy z elektrycznym i ręcznym napędem powinny mieć urządzenia blokujące, uniemożliwiające równoczesną pracę tych napędów.

5.2.2 Należy przewidzieć odpowiednią blokadę, jeżeli wymagane jest wzajemne uzależnienie pracy urządzeń lub załączanie ich do pracy w określonej kolejności.

5.2.3 Można stosować urządzenie wyłączające blokadę, pod warunkiem że będzie ono zabezpieczone przed przypadkowym wyłączeniem blokady. W pobliżu tego urządzenia należy umieścić napis informacyjny, podający jego przeznaczenie oraz zakazujący operowania nim przez personel nie upoważniony. Takiego urządzenia nie należy stosować w mechanizmach wymienionych w 5.2.1.

5.2.4 Rozruch mechanizmów, których silniki elektryczne lub aparatura wymagają podczas normalnej pracy dodatkowej wentylacji, powinien być możliwy tylko przy działającej wentylacji.

5.3 Łączniki bezpieczeństwa

5.3.1 Układy sterowania napędów, których praca w pewnych warunkach może zagrażać bezpieczeństwu okrętu lub ludzi, należy wyposażać w łączniki bezpieczeństwa, zapewniające odłączenie zasilania napędu elektrycznego.

Łączniki bezpieczeństwa należy pomalować na kolor czerwony. W pobliżu łącznika należy umieścić napis o jego przeznaczeniu.

Łączniki te należy zabezpieczyć przed przypadkowym uruchomieniem.

5.3.2 Łączniki bezpieczeństwa należy umieszczać na stanowiskach sterowniczych i/lub w innych miejscach ważnych ze względu na bezpieczeństwo eksploatacji.

5.3.3 W elektrycznych napędach urządzeń i mechanizmów, w których dla uniknięcia uszkodzeń lub awarii wymagane jest ograniczenie ruchu, powinny być przewidziane łączniki krańcowe zapewniające wyłączenie silnika elektrycznego.

5.4 Aparatura nastawczo-rozruchowa

5.4.1 Aparaty nie przeznaczone do wyłączania prądów zwarciovych powinny mieć taką wytrzymałość zwarciovą, aby były w stanie wytrzymać największy spodziewany prąd zwarcia, jaki może powstać w miejscu ich zainstalowania, w czasie potrzebnym do zadziałania zabezpieczeń.

5.4.2 Aparatura nastawczo-rozruchowa powinna być tak wykonana, aby uruchomienie silnika było możliwe tylko z położenia zerowego.

5.4.3 Aparatura nastawczo-rozruchowa powinna być tak wykonana, aby nie można było rozewrzeć obwodu wzbudzenia bocznikowego bez zapewnienia odpowiednich środków do rozładowania pola obwodu wzbudzenia.

5.4.4 Bezpośrednio do sieci mogą być łączone tylko takie silniki elektryczne prądu przemiennego, które odpowiadają wymaganiom 3.1.2.2 i 16.8.3.3.

5.4.5 Należy przewidzieć odpowiednie urządzenia do odłączania napięcia z każdego silnika o mocy 0,5 kW lub większej i jego aparatury nastawczo-rozruchowej. Jeżeli aparatura nastawczo-rozruchowa umieszczona jest w rozdzielnicy głównej lub pomocniczej w tym samym pomieszczeniu co silniki napędu elektrycznego oraz widoczna jest z miejsca ich zamontowania, to można do tego celu stosować łączniki niemanewrowe umieszczone w rozdzielnicy.

Jeżeli podane wyżej wymagania dotyczące umieszczenia aparatury nastawczo-rozruchowej nie są spełnione, to należy przewidzieć:

- .1 urządzenie blokujące w stanie wyłączonym łącznik w rozdzielnicy; lub
- .2 dodatkowy łącznik w pobliżu silnika; lub
- .3 takie umieszczenie bezpieczników w każdym biegunie lub fazie, aby mogły być one łatwo wyjęte i wstawione przez obsługujący personel.

5.5 Napędy elektryczne urządzeń sterowych

5.5.1 Dodatkowo do wymagań zawartych w podrozdziale 6.2 z Części VII – Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe i podrozdziale 2.6 z Części III – Wyposażenie kadłubowe, urządzenia sterowe powinny odpowiadać wymaganiom niniejszego podrozdziału.

5.5.2 Elektryczny lub elektrohydrauliczny napęd głównego urządzenia sterowego, mający jeden lub więcej zespołów energetycznych, powinien być zasilany dwoma niezależnymi obwodami, prowadzonymi oddzielnymi trasami bezpośrednio z rozdzielnicy głównej (patrz też 16.8.4.19).

W przypadku zastosowania w rozdzielnicy głównej sekcjonowanych szyn zbiorczych, każdy obwód zasilający powinien być podłączony do innej sekcji szyn. Jeden z obwodów zaleca się zasilac poprzez rozdzielnicę awaryjną.

Elektryczny lub elektrohydrauliczny napęd rezerwowego urządzenia sterowego, przewidzianego w podrozdziale 2.6 z Części III – Wyposażenie kadłubowe, może być zasilany z jednego z obwodów zasilających główne urządzenie sterowe.

5.5.3 Każdy obwód powinien mieć dostateczną obciążalność do zasilania wszystkich silników elektrycznych, które są do niego przyłączone i mogą pracować równocześnie.

5.5.4 Jeżeli przewidziane jest urządzenie przełączające, które umożliwia zasilanie dowolnego silnika lub kombinacji silników z jednego lub drugiego obwodu, to obciążalność każdego z obwodów powinna być dostosowana do najcięższych warunków obciążenia. Urządzenie przełączające należy umieścić w pomieszczeniu maszyny sterowej.

5.5.5 W przypadku wystąpienia niesprawności pracującego zespołu energetycznego urządzenia sterowego, drugi zespół wymagany zgodnie z podrozdziałem 2.6 z Części III – Wyposażenie kadłubowe powinien włączać się samoczynnie lub być włączany ręcznie ze stanowiska umieszczonego na mostku nawigacyjnym.

5.5.6 Na wszystkich okrętach wyposażonych w urządzenia sterowe spełniające wymagania określone w podrozdziale 2.6 z *Części III – Wyposażenie kadłubowe*, w przypadku przerwy w pracy podstawowego źródła energii zasilającego układ napędowy urządzenia sterowego, należy zapewnić w ciągu 45 sekund samoczynne załączenie zasilania z awaryjnego źródła energii elektrycznej lub z innego niezależnego źródła. Źródło to powinno być przeznaczone wyłącznie do awaryjnego zasilania urządzenia sterowego i powinno być umieszczone w pomieszczeniu maszyny sterowej. W warunkach bojowych dopuszcza się awaryjne zasilanie układu napędowego urządzenia sterowego poprzez użycie przenośnych przewodów zasilających.

Moc tego źródła powinna być wystarczająca do ciągłego zasilania napędu urządzenia sterowego, a także związanego z nim układu sterowania i wskaźnika położenia steru przez co najmniej 30 min. W stosunku do okrętów małych i okrętów o ograniczonym rejonie żeglugi III, PRS może dopuścić ograniczenie mocy źródła do wartości wymaganej do ciągłego zasilania napędu urządzenia sterowego wraz z jego układem sterowania i wskaźnikiem położenia, przez co najmniej 10 min.

5.5.7 Rodzaj pracy silników elektrycznego napędu środków aktywnego sterowania okrętem powinien odpowiadać warunkom pracy tego napędu, przy czym silniki elektryczne powinny być dobrane na co najmniej 30-minutową pracę dorywczą.

5.5.8 Elektryczny i elektrohydrauliczny napęd steru powinien zapewniać:

- .1 przekładanie steru z burty na burtę w czasie i o kąt wychylenia podane w podrozdziale 6.2.1 z *Części VII – Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe*;
- .2 ciągłe przekładanie steru z burty na burtę w czasie 30 minut przez każdy zespół napędowy, przy całkowicie zanurzonej płetwie steru i największej prędkości NAPRZÓD, odpowiadającej temu zanurzeniu;
- .3 ciągłą pracę w ciągu jednej godziny przy największej prędkości eksploatacyjnej podczas jazdy NAPRZÓD i przy przekładaniu steru z burty na burtę o taki kąt, aby osiągnięta została częstość przełożeń 350/h;
- .4 możliwość postoju zahamowanego silnika elektrycznego przy zasilaniu znamionowym w czasie 1 minuty ze stanu nagrzanego (tylko w przypadku sterów z bezpośrednim napędem elektrycznym);
- .5 dostateczną wytrzymałość napędu elektrycznego przy obciążeniach powstających przy maksymalnej prędkości WSTECZ okrętu; zaleca się stosowanie takich rozwiązań, aby było możliwe przekładanie steru przy średniej prędkości WSTECZ.

5.5.9 Załączanie i wyłączanie silnika elektrycznego napędu steru, z wyjątkiem silników elektrycznych sterów z bezpośrednim napędem elektrycznym, powinno odbywać się z pomieszczenia urządzenia sterowego oraz z mostka nawigacyjnego.

5.5.10 Urządzenia rozruchowe elektrycznych napędów urządzeń sterowych powinny zapewniać samoczynny rozruch napędu steru przy powrocie napięcia następującym po przerwie w zasilaniu.

5.5.11 Na mostku nawigacyjnym i na stanowisku sterowania silnikiem głównym należy przewidzieć sygnalizację świetlną i akustyczną:

- .1 zaniku napięcia, przecięcia i braku fazy w obwodzie zasilania każdego zespołu energetycznego;
- .2 zaniku napięcia w obwodzie zasilania układu sterowania;
- .3 awarii w obwodzie pętli zwrotnej sterowania, zarówno podawania poleceń, jak i otrzymywania sygnału zwrotnego;
- .4 dla systemów programowalnych – awarii komunikacji, błędu oprogramowania i awarii sprzętowej;
- .5 blokady hydraulicznej spowodowanej ruchem koła sterowego lub dźwigni sterowniczej;
- .6 doziemienia obwodów prądu stałego i zmiennego;

- .7 odchylenia pomiędzy przekazanym poleceniem a sygnałem zwrotnym (sygnał alarmowy odchylenia powinien być aktywowany w przypadku, gdy rzeczywiste położenie steru nie osiąga położenia ustalonego w przyjętym czasie (np. sterowanie nadążne oraz autopilot));
- .8 niskiego poziomu oleju w każdym zbiorniku czynnika hydraulicznego.

Ponadto należy przewidzieć sygnalizację pracy silników elektrycznych zespołów energetycznych urządzenia sterowego.

5.5.12 Układy sterowania napędem elektrycznym urządzenia sterowego przewidziane w podrozdziale 2.6 z Części III – Wyposażenie kadłubowe powinny być zasilane z obwodu siłowego urządzenia sterowego w pomieszczeniu maszyny sterowej lub bezpośrednio z szyn rozdzielnicy głównej.

5.5.13 W pomieszczeniu maszyny sterowej należy przewidzieć środki umożliwiające odłączenie od urządzenia sterowego dowolnego układu sterowania tym urządzeniem z mostka nawigacyjnego.

5.5.14 Każdy układ sterowania przewidziany w podrozdziale 2.6 z Części III – Wyposażenie kadłubowe powinien mieć własny niezależny obwód przekazywania sygnałów sterujących do mechanizmu wykonawczego napędu steru.

5.5.15 Jako organ ręcznego sterowania na pulpicie sterowania można stosować koło sterowe, rękojeści lub przyciski. Kierunek obrotu koła sterowego albo kierunek ruchu dźwigni aparatu sterowniczego w czasie sterowania powinien być zgodny z kierunkiem przekładania steru. Przy sterowaniu przyciskami należy je tak umieścić, aby przycisk znajdujący się po prawej stronie powodował ruch steru na prawą burtę, a znajdujący się po lewej stronie – ruch steru na lewą burtę.

5.5.16 Na okrętach dopuszcza się instalowanie autopilotów sterujących maszyną sterową za pomocą własnego układu przekładni lub z wykorzystaniem podstawowego ręcznego układu sterowania.

5.5.17 Autopilot powinien zapewniać utrzymanie okrętu na wyznaczonym kursie z dokładnością do $\pm 1^\circ$ przy prędkości okrętu nie mniejszej niż 6 węzłów.

Maksymalna amplituda myszkowania wokół wyznaczonego kursu nie powinna przekraczać:

- .1 $\pm 1^\circ$ przy stanie morza do 3 stopni w skali Douglasa,
- .2 $\pm 4^\circ$ przy stanie morza do 5 stopni w skali Douglasa i kierunku fal do $\pm 45^\circ$ od kursu okrętu.

5.5.18 Jeżeli autopilot podłączony jest do dwóch niezależnych źródeł informacji o aktualnym kursie, to należy przewidzieć sygnalizację świetlną przekroczenia nastawionej różnicy między wartościami kursów.

5.5.19 Należy przewidzieć urządzenie do ręcznej regulacji czułości nadążania autopilota za przełożeniem steru w zależności od warunków żeglugi, a także możliwość regulacji autopilota w zależności od właściwości manewrowych okrętu.

5.5.20 Autopilot powinien być wyposażony w urządzenie uniemożliwiające przełożenie steru o kąt przekraczający 35° na każdą burtę.

5.5.21 Należy przewidzieć wskaźniki informujące o zadaniu lub osiągnięciu maksymalnego wychylenia steru przy automatycznym sterowaniu.

5.5.22 Należy przewidzieć sygnalizację świetlną informującą o włączeniu zasilania oraz stosowanym rodzaju sterowania. Należy także przewidzieć równoczesną sygnalizację dźwiękową i świetlną przeciążenia elektrycznych silników napędowych steru.

Zaleca się przewidzieć sygnalizację dźwiękową niedopuszczalnych odchyień okrętu od wyznaczonego kursu w przypadku sterowania automatycznego.

5.5.23 Układ sterowania autopilota powinien być całkowicie samosynchronizujący się i nie powinien wymagać jakiegokolwiek regulacji przy przejściu z jednego rodzaju sterowania na drugi.

5.5.24 Na pulpicie autopilota powinno znajdować się urządzenie do ręcznego sterowania maszyną sterową.

5.5.25 Układ ręcznego sterowania maszyną sterową powinien być prosty, niezawodny i powinien pracować bez udziału skomplikowanych elementów stosowanych przy sterowaniu automatycznym.

5.5.26 Przejście ze sterowania automatycznego na sterowanie ręczne powinno odbywać się przy pomocy jednej manipulacji w czasie nie dłuższym niż 3 sekundy i przy każdym położeniu steru.

5.5.27 Układ i konstrukcja autopilota powinny być takie, aby w przypadku jakiegokolwiek uszkodzenia układu sterowania automatycznego zapewniona była możliwość ręcznego sterowania maszyną sterową z dowolnego stanowiska sterowego.

5.5.28 Na pulpicie sterowania autopilota należy zainstalować: powtarzacz kompasu żyroskopowego lub kompasu magnetycznego, wskaźnik zadanego i rzeczywistego położenia steru, wyłączniki zasilania całego układu sterowania oraz elektrycznych silników napędowych steru, przełączniki czułości i rodzajów sterowania, lampki sygnalizacyjne przewidziane w 5.5.18, 5.5.21 i 5.5.22 i inne eksploatacyjne elementy sterowania i regulacji.

5.5.29 W przypadku, gdy mechanizm wykonawczy autopilota jest wbudowany w pulpit sterowania lub stanowi oddzielny przyrząd połączony bezpośrednio z normalnym stanowiskiem ręcznego sterowania maszyną sterową, można w pulpicie autopilota nie instalować powtarzacza kompasu oraz wskaźnika zadanego i rzeczywistego położenia steru, jak również elementów włączania i kontroli elektrycznych silników napędowych steru.

5.5.30 W pulpicie sterowania autopilota należy przewidzieć bezpieczniki lub wyłączniki samoczynne we wszystkich ważnych obwodach układu, w celu zabezpieczenia ich przed skutkami zwarcia.

5.5.31 W pulpicie sterowania autopilota należy przewidzieć regulację oświetlenia powtarzacza różnicy kompasu i wskaźnika położenia steru.

5.5.32 W autopilocie należy przewidzieć urządzenie, które przy automatycznym sterowaniu zapewnia możliwość ręcznej zmiany kursu okrętu na dowolny inny kurs, w granicach co najmniej $\pm 15^\circ$ od początkowego, bez konieczności przełączania autopilota na sterowanie ręczne.

5.5.33 W zestawie autopilota zaleca się przewidzieć dwa wynośne stanowiska sterowania ręcznego, zapewniające przy automatycznym sterowaniu możliwość nagłej zmiany kursu okrętu.

Wielkość nagłej zmiany kursu okrętu w dowolną stronę powinna być możliwa aż do pełnej cyrkulacji. Wynośne stanowiska sterowania ręcznego należy tak zaprojektować, aby po ustawieniu rękojeści (przycisku) w pozycji neutralnej zapewniony był powrót okrętu na poprzednio zadany kurs i dalsze działanie sterowania automatycznego.

5.5.34 Autopilot adaptacyjny powinien spełniać następujące wymagania:

- .1 zapewniać bez udziału osoby sterującej pracę steru dostosowaną do warunków żeglugowych oraz zmian rozkładu masy, prędkości i przegłębienia okrętu;
- .2 umożliwiać jednoczesną i równoległą pracę dwóch silników napędu steru w trudnych warunkach żeglugowych i pogodowych.

5.6 Napędy elektryczne wciągarek kotwicznych i cumowniczych

5.6.1 Napęd wciągarek kotwicznych, kotwiczno-cumowniczych i cumowniczych, oprócz wymagań podanych w podrozdziałach 6.3 i 6.4 z Części VII – *Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe*, powinien spełniać wymagania niniejszego podrozdziału.

5.6.2 Silniki elektryczne klatkowe prądu przemiennego do napędu wciągarek kotwicznych i cumowniczych po 30-minutowej pracy przy obciążeniu znamionowym powinny wytrzymać postój w stanie zahamowanym, przy napięciu znamionowym w czasie nie krótszym niż 30 sek. dla wciągarek kotwicznych i 15 sek. dla cumowniczych. Dla silników z przełączalną liczbą biegunów wymagania to powinno być spełnione dla pracy z uzwojeniem zapewniającym największy moment rozruchowy.

Silniki elektryczne prądu stałego i pierścieniowe prądu przemiennego powinny wytrzymywać postój pod prądem w wyżej określonych warunkach przy momencie dwa razy większym od znamionowego, przy czym napięcie może być niższe niż znamionowe.

Po postoju w stanie zahamowanym przyrost temperatury nie powinien wynosić więcej niż 130% wartości dopuszczalnej dla zastosowanej izolacji.

5.6.3 Jeżeli wciągarka wykorzystywana jest jako kotwiczna i cumownicza, to stopnie przeznaczone do cumowania, nie przystosowane do podnoszenia kotwicy, powinny mieć odpowiednią ochronę zapobiegającą przeciążeniu silnika.

5.6.4 Zasilanie napędów elektrycznych wciągarek kotwicznych powinno odpowiadać wymaganiom punktów 4.3.1 i 4.3.3.

5.7 Napędy elektryczne pomp

5.7.1 Sterowanie silnikami elektrycznymi napędu pomp paliwowych, transportowych oleju smarowego i wirówek powinno być zapewnione z trzech stanowisk zdalnego wyłączenia, z których jedno powinno znajdować się poza pomieszczeniami, w których zainstalowane są te pompy/wirówki i poza szybami pomieszczeń maszynowych, lecz bezpośrednio przy wyjściu z tych pomieszczeń. Pozostałe dwa stanowiska powinny znajdować się w CSS i na SD siłowni głównej..

5.7.2 Silniki elektryczne napędu pomp odpompowujących ciecze za burtę przez otwory odpływowe, znajdujące się powyżej najniższej wodnicy w miejscu opuszczania łodzi lub tratw ratunkowych, powinny mieć łączniki niemanewrowe umieszczone w pobliżu, przy stanowiskach spuszczenia łodzi ratunkowych lub tratw.

5.7.3 Silniki elektryczne zanurzalnych pomp żęzowych i awaryjnych pomp pożarniczych powinny mieć urządzenia rozruchowe, umieszczone powyżej pokładu grodziowego. Na stanowisku zdalnego uruchamiania powinna być sygnalizacja optyczna stanu załączenia napędu elektrycznego.

5.7.4 Urządzenia do zdalnego wyłączenia napędów elektrycznych, wymienione w 5.7.1 i 5.7.2, należy umieścić w widocznych miejscach pod przezroczystą, łatwą do rozbicia osłoną i zaopatrzyć w napisy informacyjne.

Na katamaranach urządzenia te powinny być zgrupowane dla każdego kadłuba oddzielnie.

5.7.5 Miejscowe uruchomienie pomp pożarniczych i żęzowych powinno być możliwe nawet w przypadku uszkodzenia ich obwodów zdalnego sterowania.

5.8 Napędy elektryczne wentylatorów

5.8.1 Silniki elektryczne wentylatorów pomieszczeń maszynowych powinny mieć co najmniej trzy stanowiska zdalnego wyłączenia, przy czym jedno z nich powinno znajdować się poza pomieszczeniami maszynowymi i ich szybami, ale bezpośrednio przy wejściu do tych pomieszczeń. Zaleca się instalowanie urządzeń wyłączających w jednym miejscu z urządzeniami zdalnego wyłączenia wymienionymi w 5.7.1. Pozostałe dwa stanowiska powinny znajdować się w CSS i SD obroną przeciawaryjną okrętu.

5.8.2 Silniki elektryczne wentylatorów magazynowych oraz kuchni powinny mieć łączniki umieszczone w miejscach łatwo dostępnych z pokładu głównego, znajdujących się poza szybem pomieszczeń maszynowych.

Silniki elektryczne wentylatorów wyciągowych sponad płyt kuchennych powinny mieć dodatkowe łączniki, umieszczone wewnątrz pomieszczeń kuchni.

5.8.3 Silniki elektryczne wentylacji ogólnej okrętu powinny mieć co najmniej trzy stanowiska zdalnego wyłączenia, przy czym jedno powinno być umieszczone na mostku nawigacyjnym, drugie w CSS, a trzecie w pomieszczeniu służby dyżurnej (w czasie postoju okrętu) lub miejscu łatwo dostępnym z pokładu głównego i SD obroną przeciwawaryjną okrętu.

Na okrętach z instalacją elektryczną małej mocy można stosować jedno stanowisko zdalnego wyłączenia, umieszczone na mostku nawigacyjnym lub w miejscu łatwo dostępnym z pokładu głównego.

5.8.4 Wentylacja nawiewowa i wyciągowa pomieszczeń chronionych objętościową instalacją gaśniczą powinna wyłączać się automatycznie przy uruchamianiu tej instalacji.

5.8.5 Urządzenia do zdalnego wyłączenia silników elektrycznych wentylatorów wymienionych w 5.8.1 do 5.8.3 należy zgrupować na okręcie tak, aby wszystkie te silniki mogły być wyłączane zdalnie z nie więcej niż trzech miejsc.

Na katamaranach urządzenia te powinny być zgrupowane dla każdego kadłuba oddzielnie.

5.9 Napędy elektryczne wciągarek łodziowych

5.9.1 Napędy elektryczne wciągarek łodziowych powinny odpowiadać wymaganiom podanym w *Części X – Wyposażenie konwencyjne*, rozdział 3).

5.9.2 Układy sterowania napędem elektrycznym wciągarek łodziowych powinny samoczynnie wracać do położenia „STOP”.

5.9.3 Bezpośrednio przy stanowisku sterowania wciągarką łodziową powinien być zainstalowany łącznik obwodu głównego silnika elektrycznego wciągarki.

5.10 Napędy elektryczne drzwi wodoszczelnych i przeciwpożarowych

5.10.1 Napędy elektryczne drzwi wodoszczelnych powinny spełniać wymagania podane w podrozdziale 7.9 z *Części III – Wyposażenie kadłubowe* oraz wymagania niniejszego podrozdziału.

5.10.2 Zasilanie napędów elektrycznych oraz sygnalizacji wskazującej położenie i zamknięcie drzwi wodoszczelnych należy zapewnić z podstawowego, awaryjnego i tymczasowego źródła energii elektrycznej, zgodnie z wymaganiami zawartymi w 4.3.1.20.

5.10.3 Napędy elektryczne urządzeń utrzymujących drzwi przeciwpożarowe w położeniu otwartym powinny:

- .1 być zasilane z podstawowych i awaryjnych źródeł energii elektrycznej;
- .2 posiadać sygnalizację zaniku zasilania;
- .3 mieć zdalne sterowanie z CSS, SD obroną przeciwawaryjną okrętu, mostku nawigacyjnym i pomieszczeniu służby dyżurnej, umożliwiające zwolnienie każdych drzwi oddzielnie, grupowo lub wszystkich drzwi równocześnie;
- .4 zwalniać samoczynnie wszystkie drzwi równocześnie przy zaniku napięcia zasilającego;
- .5 być skonstruowane w taki sposób, aby dowolne uszkodzenie urządzenia zwalniającego jednych drzwi nie wpływało na sterowanie innymi drzwiami.

6 OŚWIETLENIE

6.1 Wymagania ogólne

6.1.1 We wszystkich pomieszczeniach, miejscach i przestrzeniach okrętu, których oświetlenie jest niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa żeglugi, w miejscach obsługi mechanizmów i urządzeń, przebywania i ewakuacji załogi, powinny być zainstalowane na stałe oprawy oświetlenia podstawowego zasilane z podstawowego źródła energii elektrycznej. Opcjonalnie dopuszcza się stosowanie oświetlenia w kolorze czerwonym lub innym (o zmniejszonym kontraście i obniżonej świetlności) w pomieszczeniach GSD/BCI i pomieszczeniach kierowania uzbrojeniem, z możliwością przełączania pomiędzy oświetleniem zasadniczym i bojowym.

Wykaz pomieszczeń, miejsc i przestrzeni, w których oprócz opraw oświetlenia podstawowego powinny być zainstalowane oprawy oświetlenia awaryjnego, podany jest w 9.3.1.1.

6.1.2 Instalacja oświetlenia podstawowego powinna być tak zaprojektowana, aby zapewnione było oświetlenie wszystkich miejsc wymienionych w 6.1.1, przy jednoczesnym zachowaniu maksymalnej odporności instalacji na uszkodzenia mechaniczne, w tym uszkodzenia występujące w warunkach bojowych.

6.1.3 Oprawy oświetleniowe instalowane w pomieszczeniach, miejscach i przestrzeniach, w których klosze mogą być narażone na uszkodzenia mechaniczne, powinny mieć siatki ochronne lub klosze wykonane z materiału odpornego na uderzenia mechaniczne.

6.1.4 Oprawy oświetleniowe należy tak instalować, aby nie występowało nagrzewanie kabli i innych, znajdujących się w pobliżu materiałów powyżej dopuszczalnych temperatur.

6.1.5 W oświetlanych lampami luminescencyjnymi pomieszczeniach i miejscach, w których znajdują się widoczne części wirujące należy stosować środki eliminujące zjawisko stroboskopowe.

6.1.6 Lampy oświetlenia zewnętrznego powinny być zainstalowane w taki sposób, aby nie oślepiły załogi na stanowiskach bojowych oraz na stanowiskach dowodzenia okrętem.

6.1.7 W pomieszczeniach, miejscach i przestrzeniach oświetlanych lampami wyładowczymi, nie zapewniającymi ciągłości świecenia przy wahaniach napięcia określonych w 2.1.3.1, należy zainstalować również oprawy oświetleniowe z lampami żarowymi.

6.1.8 Akumulatornie i inne pomieszczenia zagrożone wybuchem należy oświetlać przez gazoszczelne świetliki lampami umieszczonymi w sąsiednich bezpiecznych pomieszczeniach lub lampami w wykonaniu przeciwwybuchowym, zainstalowanymi wewnątrz pomieszczeń (patrz także 2.8).

6.1.9 W pomieszczeniach składowania amunicji należy stosować oprawy oświetleniowe o stopniu ochrony obudowy co najmniej IP65.

6.1.10 W miejscach, w których występują wibracje miejscowe o przyspieszeniach liniowych większych niż 20 m/s^2 , oprawy oświetleniowe należy mocować na amortyzatorach.

6.2 Zasilanie obwodów oświetlenia

6.2.1 Rozdzielnice grupowe oświetlenia podstawowego powinny być zasilane dwoma niezależnymi obwodami:

- z dwóch różnych sekcji szyn rozdzielnic głównej na okrętach z jedną rozdzielnicą główną,
- z dwóch różnych rozdzielnic głównych – na okrętach z dwoma lub więcej rozdzielnicami głównymi.

Wymaganie nie obowiązuje dla okrętów z instalacją elektryczną małej mocy.

6.2.2 Oświetlenie stanowisk dowodzenia okrętem, centrali kierowania uzbrojeniem, korytarzy i schodów, pomieszczeń maszynowych, tuneli wałów napędowych, wodowskazów kotłowych powinno być zasilane z co najmniej dwóch niezależnych obwodów. Obwody te powinny być zasilane z różnych rozdzielnic grupowych. Punkty świetlne powinny być tak rozmieszczone, aby w przypadku uszkodzenia jednego obwodu zapewnione było możliwie równomierne oświetlenie.

Na okrętach z instalacją elektryczną małej mocy obwody oświetleniowe w wyżej wymienionych miejscach, z wyjątkiem pomieszczeń maszynowych, mogą być zasilane jednym obwodem: z rozdzielnic grupowej lub bezpośrednio z rozdzielnic głównej.

6.2.3 Okręty podzielone na główne strefy gradziami pożarowymi powinny mieć oświetlenie każdej strefy zasilane dwoma obwodami niezależnymi od obwodów zasilających oświetlenie innych stref pożarowych.

Obwody oświetleniowe należy w miarę możliwości tak układać, aby pożar w jednej strefie nie mógł uszkodzić obwodów zasilających oświetlenie w innych strefach.

Obwody takie powinny być przyłączone do różnych rozdzielnic grupowych.

6.2.4 Jeżeli oświetlenie w dowolnej głównej strefie pożarowej zasilane jest z dwóch lub więcej rozdzielnic umieszczonych w tej strefie, to rozdzielnice te powinny być w miarę możliwości maksymalnie oddalone od siebie.

6.2.5 Z rozdzielnic końcowych oświetlenia podstawowego, oprócz obwodów końcowych oświetlenia, mogą być zasilane napędy elektryczne mało ważnych urządzeń o mocy do 0,25 kW oraz pojedyncze ogrzewacze wewnętrzne pobierające prąd nie większy niż 10 A.

6.2.6 Zabezpieczenia obwodów końcowych poszczególnych pomieszczeń nie powinny być większe niż 16 A, a sumaryczny prąd w obwodzie nie powinien przekraczać 80% prądu znamionowego zastosowanego zabezpieczenia.

Liczba punktów świetlnych zasilanych z obwodów końcowych oświetlenia nie powinna być większa od podanej w tabeli 6.2.6.

Tabela 6.2.6

Lp.	Napięcia	Maksymalna liczba punktów świetlnych
1	do 50 V	10
2	od 51 do 120 V	14
3	od 121 do 250 V	24

Wentylatory kabinowe i inne drobne odbiorniki można zasiląć z obwodów końcowych oświetlenia.

6.2.7 Lampy oświetlenia miejscowego w pomieszczeniach załogowych oraz gniazda wtyczkowe powinny być zasilane z rozdzielnic oświetleniowej osobnym obwodem, innym niż obwód zasilania lamp oświetlenia ogólnego.

6.2.8 Oświetlenie podstawowe powinno być tak wykonane, aby pożar w pomieszczeniach podstawowych źródeł energii elektrycznej i/lub transformatorów oświetlenia podstawowego nie mógł spowodować wyłączenia oświetlenia awaryjnego.

6.3 Oświetlenie awaryjne

6.3.1 Na każdym okręcie należy zainstalować oświetlenie awaryjne; wymaganie to nie dotyczy pomocniczych jednostek pływających i bazowych środków pływających, z instalacją oświetleniową zasilaną z baterii akumulatorów, stanowiącej podstawowe źródło energii elektrycznej.

6.3.2 Natężenie oświetlenia awaryjnego w poszczególnych pomieszczeniach, miejscach i przestrzeniach wymienionych w 9.3.1.1 powinno wynosić co najmniej 10% natężenia oświetlenia ogólnego (patrz 6.7).

Natężenie oświetlenia awaryjnego w maszynowni może być mniejsze, jeżeli zainstalowano tam gniazda wtyczkowe zasilane z sieci oświetlenia awaryjnego, ale powinno wynosić co najmniej 5% natężenia oświetlenia podstawowego.

Oświetlenie to powinno zapewniać łatwą identyfikację dróg ewakuacyjnych.

6.3.3 W celu uzyskania wymaganego w 6.3.2 natężenia oświetlenia można stosować lampy żarowe w połączeniu z lampami wyładowczymi (patrz też 6.1.7).

6.3.4 Lampy oświetlenia podstawowego mogą być wykorzystywane jako lampy oświetlenia awaryjnego, pod warunkiem zasilania ich ze źródła awaryjnego.

6.3.5 Instalacja oświetlenia awaryjnego powinna być tak wykonana, aby pożar w pomieszczeniach awaryjnych źródeł energii elektrycznej i/lub transformatorów oświetlenia awaryjnego nie mógł spowodować wyłączenia oświetlenia podstawowego.

6.3.6 Do oświetlenia awaryjnego mogą być stosowane stacjonarne, niezależne, samoczynnie uruchamiane lampy z wbudowanymi akumulatorami i z automatycznym doładowaniem z sieci oświetlenia podstawowego.

6.3.7 Każda oprawa lampy oświetlenia awaryjnego powinna być oznaczona kolorem czerwonym. Wymaganie to dotyczy również lamp wymienionych w 6.3.4. Dopuszcza się również oznaczenie kolorem żółtym.

6.4 Łączniki w obwodach oświetleniowych

6.4.1 W obwodach oświetlenia należy stosować łączniki dwubiegunowe. W suchych pomieszczeniach służbowych i załogowych, oprócz mostka nawigacyjnego, można stosować łączniki jednobiegunowe w obwodach pojedynczych opraw oświetleniowych i w obwodach grup opraw pobierających prąd nie większy niż 6 A, a także opraw zasilanych napięciem bezpiecznym.

6.4.2 W obwodach oświetlenia awaryjnego nie należy w zasadzie instalować łączników umożliwiających lokalne odłączanie opraw. Łączniki można stosować tylko w tych obwodach lamp oświetlenia awaryjnego, które w normalnych warunkach są lampami oświetlenia podstawowego.

Lampy oświetlenia awaryjnego stanowisk przy łodziach i tratwach ratunkowych oraz przestrzeni zaburtowych przy tych stanowiskach, które w normalnych warunkach są lampami oświetlenia podstawowego, powinny włączać się samoczynnie przy zaniku napięcia. Dopuszcza się możliwość wyłączania ich przez łączniki centralne umieszczone na mostku nawigacyjnym, pod warunkiem że przy ponownym zaniku napięcia lampy te będą włączać się automatycznie.

W obwodach awaryjnego oświetlenia mostka nawigacyjnego należy instalować łączniki.

6.4.3 Zewnętrzne stacjonarne oświetlenie okrętu powinno mieć łączniki centralne umieszczone na mostku nawigacyjnym. Dopuszcza się umieszczenie dodatkowych łączników w innym pomieszczeniu, w którym stale pełniona jest wachta.

6.4.4 Łączniki w obwodach oświetlenia stacji gaśniczych, pomieszczeń składowania amunicji oraz akumulatorni należy montować poza tymi pomieszczeniami.

6.4.5 Łączniki w obwodach oświetlenia przestrzeni za wolno stojącymi rozdzielnicami należy umieszczać przy każdym wejściu za rozdzielnicę.

6.5 Lampy fluorescencyjne i wyładowcze

6.5.1 Dławiki, kondensatory i pozostałe wyposażenie lamp wyładowczych powinny być osłonięte metalowymi uziemionymi obudowami.

6.5.2 Kondensatory o pojemności 0,5 mikrofarada i większej należy wyposażyć w urządzenia do ich rozładowywania, aby po upływie 1 minuty po wyłączeniu napięcie na kondensatorze nie przekraczało 50 V.

6.5.3 Dławiki i transformatory o dużej reaktancji należy umieszczać możliwie najbliżej lamp, z którymi współpracują.

6.5.4 Lampy wyładowcze zasilane napięciem wyższym niż 250 V należy zaopatrzyć w tabliczki ostrzegawcze, wskazujące wysokość napięcia.

6.6 Gniazda wtyczkowe i wtyczki

6.6.1 Gniazda wtyczkowe oświetlenia przenośnego należy zainstalować co najmniej:

- .1 w pobliżu wciągarki kotwicznej,
- .2 w pomieszczeniu urządzenia sterowego,
- .3 w pomieszczeniach maszynowych,
- .4 na stanowisku dowodzenia okrętem,
- .5 za rozdzielnicami głównymi,
- .6 w zamkniętych pomieszczeniach ruchu elektrycznego,
- .7 w pomieszczeniu awaryjnego zespołu prądotwórczego,
- .8 w tunelu wału śrubowego,
- .9 w pobliżu szybu logu i echosondy,
- .10 w pomieszczeniu żyrokompasu,
- .11 w centrali klimatyzacyjnej.

6.6.2 Gniazda wtyczkowe instalowane w sieciach o różnych napięciach powinny różnić się konstrukcją w celu uniemożliwienia włożenia wtyczki do gniazda o innym napięciu.

6.6.3 Gniazda wtyczkowe do oświetlenia przenośnego i innych odbiorników energii elektrycznej, instalowane na otwartych pokładach powinny być przystosowane do wkładania wtyczki z dołu.

6.6.4 Gniazda wtyczkowe nie mogą być instalowane w maszynowniach poniżej podłogi, w pomieszczeniach wirówek paliwa lub oleju smarowego i miejscach, w których wymagane jest wyposażenie w wykonaniu przeciwwybuchowym.

6.7 Natężenie oświetlenia

6.7.1 Natężenie oświetlenia pomieszczeń i przestrzeni nie powinno być mniejsze niż podano w tabeli 6.7.1. Wymagania te nie dotyczą okrętów, których instalacja elektryczna zasilana jest napięciem niższym niż 30 V.

Normatywy oświetlenia ogólnego, podane w tabeli 6.7.1, odnoszą się do poziomu na wysokości 0,8 m nad podłogą pomieszczenia, natomiast normatywy oświetlenia ogólnego, uzupełnionego oświetleniem miejscowym odnoszą się do powierzchni roboczych.

Tabela 6.7.1

Lp.	Pomieszczenia i powierzchnie		Natężenie oświetlenia w luksach			
			Oświetlenie inne niż żarowe		Oświetlenie żarowe	
			Ogólne + miejscowe	Ogólne	Ogólne + miejscowe	Ogólne
1	Kabina nawigacyjna	na poziomie 0,8 m nad podłogą	–	100	–	50
		stoły nawigacyjne	150	–	150	–
2	mostek nawigacyjny	na poziomie 0,8 m nad podłogą	–	75	–	50
3	Centrala kierowania uzbrojeniem, pomieszczenia hydrolokacji oraz łączności wewnętrznej. Pomieszczenia urządzeń uzbrojenia	stoły robocze	150	–	150	–
		na poziomie 0,8 m nad podłogą	–	75	–	50
4	Pomieszczenia maszynowe, pomieszczenia rozdzielnic, stanowisk sterowniczych i posterunków kontrolnych, pomieszczenia zautomatyzowanych urządzeń, pomieszczenie żyrokompasu	na poziomie 0,8 m nad podłogą	–	75	–	75
		powierzchnie rozdzielnic oraz pulpity sterowniczych i kontrolnych	200	100	150	75
		stanowiska sterowania silnikami głównymi	150	100	150	75
		przejścia między kotłami, silnikami, mechanizmami, schody	–	75	–	30
		przód kotłów	100	75	75	75
5	Tunele wałów napędowych, szyby logów i echosond, komory łańcuchowe	na poziomie 0,8 m nad podłogą	–	50	–	20
		powierzchnie łożysk wałów, kołnierze złączy wałów itp.	75	–	50	–
6	Magazyny broni, komory amunicyjne	na poziomie 0,8 m nad podłogą	–	75	–	50
7	Akumulatornie	na poziomie 0,8 m nad podłogą	–	75	–	50
8	Przejścia na pokładach, pomosty komunikacyjne oraz miejsca umieszczenia łodzi ratunkowych i tratw	na poziomie 0,8 m nad pokładem	–	50	–	20
9	Przestrzenie zaburtowe w miejscach opuszczania łodzi ratunkowych i tratw	w pobliżu wodnicy pływania	–	–	–	5

6.8 Światła nawigacyjne

6.8.1 Z rozdzielnic światel nawigacyjnych powinny być zasilane oddzielnymi obwodami światła masztowe, burtowe, rufowe, jak również zainstalowane na stałe latarnie określone w *Części X – Wyposażenie konwencyjne* oraz latarnie związane ze specjalnym wyposażeniem okrętu.

6.8.2 Rozdzielnica światel nawigacyjnych powinna być zasilana przez dwa obwody:

- .1 jeden z rozdzielnic głównej poprzez rozdzielnicę awaryjną;
- .2 drugi z rozdzielnic grupowej, która nie jest zasilana z rozdzielnic awaryjnej.

Rozdzielnice światel nawigacyjnych zainstalowane w pulpicie sterowniczo-kontrolnym okrętu można zasiląć bezpośrednio z tego pulpitu – pod warunkiem że jest on zasilany zgodnie z 4.4.2.

Na okrętach z instalacją elektryczną małej mocy, gdzie podstawowym źródłem energii elektrycznej jest bateria akumulatorów, a rozdzielnica główna znajduje się na mostku nawigacyjnym, światła nawigacyjne mogą być zasilane bezpośrednio z tej rozdzielnic.

6.8.3 Latarnie świateł nawigacyjnych należy przyłączać do sieci za pomocą giętkich przewodów i gniazd wtyczkowych.

6.8.4 Każdy obwód zasilania świateł nawigacyjnych powinien być dwuprzewodowy i powinien mieć łącznik dwubiegunowy, umieszczony w rozdzielnicy świateł nawigacyjnych.

6.8.5 Każdy obwód zasilania światła nawigacyjnego powinien mieć zabezpieczenia zwarciovne na obu przewodach oraz świetlną sygnalizację działania każdej latarni.

Wskaźnik świetlny powinien być tak wykonany i zainstalowany, aby jego uszkodzenie nie powodowało wyłączenia światła nawigacyjnego. Spadek napięcia na rozdzielnicy zasilającej światła nawigacyjne, wliczając w to również układ sygnalizacji działania świateł, nie powinien przekraczać 5% przy napięciu znamionowym do 30 V oraz 3% – przy napięciu ponad 30 V.

6.8.6 Niezależnie od sygnalizacji wymaganej w 6.8.5 należy zastosować sygnalizację świetlną i dźwiękową, działającą w przypadku zgaśnięcia dowolnego światła nawigacyjnego przy załączonym łączniku latarni.

Sygnalizacja powinna być zasilana:

- z obwodu lub źródła energii innego niż zasilające rozdzielnicę świateł nawigacyjnych, lub z własnej baterii akumulatorów.

6.8.7 Należy zapewnić możliwość regulacji jasności wskaźników w Tablicy Świateł Nawigacyjnych (TSN), jednakże bez możliwości całkowitego obniżenia podświetlenia.

6.8.8 Stosowane w latarniach świateł nawigacyjnych oprawki i żarówki powinny odpowiadać wymaganiom *Konwencji COLREG*.

6.8.9 TSN powinna umożliwiać połączenie dwukierunkowego interfejsu komunikacyjnego, spełniającego wymagania Publikacji IEC 61162.

6.9 Oświetlenie lądowisk dla śmigłowców

6.9.1 Instalacja oświetleniowa lądowisk dla śmigłowców i statków powietrznych typu VTOL powinna spełniać wymagania normy *NO-19-A206:2022 – Wspólne działania okrętów i statków powietrznych*.

7 SYGNALIZACJA I ŁĄCZNOŚĆ WEWNĘTRZNA

7.1 Wymagania ogólne

7.1.1 Zaleca się, aby układy sygnalizacji i łączności wewnętrznej, oprócz spełnienia wymagań niniejszego rozdziału, były zgodne z wymaganiami *Kodeksu alarmów i wskaźników (Code on Alarms and Indicators, 1995)* wydanego przez IMO.

7.2 Elektryczne telegrafy maszynowe

7.2.1 Elektryczne telegrafy maszynowe, oprócz wymagań podanych w niniejszym podrozdziale, powinny spełniać wymagania podane w punkcie 1.14.1 z *Części VI – Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*.

7.2.2 Elektryczne telegrafy maszynowe powinny mieć sygnalizację świetlną obecności napięcia w obwodzie zasilania i sygnalizację dźwiękową zaniku napięcia zasilającego.

7.2.3 Telegrafy maszynowe instalowane w sterówce powinny mieć oświetlenie skal z możliwością regulacji jasności.

7.2.4 Telegrafy maszynowe powinny być zasilane z rozdzielnic głównej lub z rozdzielnic urządzeń nawigacyjnych. Jeżeli na okręcie istnieje centralne stanowisko sterowania i kontroli ruchu okrętu – mostka nawigacyjnego, to telegraf maszynowy może być zasilany z tego stanowiska.

7.2.5 Nadajnik telegrafu maszynowego w sterówce należy instalować tak, aby przy przekazywaniu rozkazów dotyczących ruchu okrętu dźwignia lub przyciski nadajnika uruchamiane były zgodnie z kierunkiem ruchu okrętu. Pionowe położenie dźwigni lub przycisk środkowy powinny odpowiadać rozkazowi „STOP”.

7.2.6 W przypadku gdy telegraf maszynowy wraz z urządzeniami do zdalnego sterowania silników głównych i śrub nastawnych zainstalowany jest na pochyłej płycie pulpitu sterowniczego, dźwignia w położeniu „STOP” powinna być ustawiona prostopadle do płaszczyzny pulpitu i utrzymywać się dokładnie w tym położeniu.

7.2.7 W przypadku umieszczenia dwóch lub więcej telegrafów maszynowych w pobliżu siebie (na jednym pokładzie), telegrafy te powinny zapewniać przekazywanie komend z dowolnego z nich i uzyskanie odpowiedzi równocześnie na wszystkich, bez konieczności jakichkolwiek dodatkowych przełączeń.

Przejście na pracę telegrafem umieszczonym na innym pokładzie lub w innej części okrętu powinno odbywać się za pomocą przełączników umieszczonych w sterówce.

7.2.8 Każdy telegraf maszynowy powinien mieć sygnalizację dźwiękową w sterówce i w maszynowni, która powinna działać przy wydawaniu rozkazu i wyłączać się po otrzymaniu prawidłowej odpowiedzi. Przy nieprawidłowej odpowiedzi sygnalizacja dźwiękowa nie powinna przestać działać.

7.3 Telefoniczna łączność wewnętrzna

7.3.1 W przypadku braku innych rodzajów łączności rozmówczej należy przewidzieć niezależną łączność telefoniczną pomiędzy mostkiem nawigacyjnym a stanowiskami sterowania mechanizmami i silnikami głównymi oraz pomieszczeniami mieszkalnymi oficerów mechaników. Jeżeli na okręcie istnieje zamknięte lub otwarte centralne stanowisko manewrowe, należy przewidzieć niezależną łączność telefoniczną pomiędzy tym stanowiskiem a mostkiem nawigacyjnym oraz między mostkiem nawigacyjnym i miejscowymi stanowiskami sterowania mechanizmami głównymi i pędnikami.

7.3.2 Powyższe wymagania uznaje się za spełnione, jeżeli do aparatów niezależnej łączności telefonicznej pomiędzy mostkiem nawigacyjnym a zamkniętym centralnym stanowiskiem manewrowym przyłączone są równolegle aparaty zainstalowane na miejscowych stanowiskach sterowania.

7.3.3 Oprócz urządzeń łączności wymienionych w 7.3.1 należy przewidzieć oddzielny system łączności telefonicznej mostka nawigacyjnego z dziobem, rufą, punktem obserwacyjnym na maszcie, każdym pomieszczeniem maszyny sterowej oraz każdym awaryjnym stanowiskiem sterowym (jeżeli takie przewidziano), pomieszczeniem rozdzielnic awaryjnej, pomieszczeniem żyrokompasu, stacją gaśniczą, pomieszczeniem silników elektrycznego napędu głównego, pomieszczeniami mieszkalnymi mechaników oraz z innymi pomieszczeniami, w których znajdują się urządzenia zapewniające bezpieczeństwo żeglugi okrętu.

7.3.4 Zamiast telefonów do tych celów może być zastosowana rozgłośnia manewrowa.

7.3.5 W przypadku zastosowania dwustronnej łączności rozmówczej pomiędzy mostkiem nawigacyjnym a wymienionymi wyżej pomieszczeniami nie wymaga się instalowania dodatkowych środków łączności.

7.3.6 Systemy służbowej łączności powinny zapewniać możliwość wywołania abonenta i wyraźne prowadzenie rozmów w warunkach specyficznego szumu w miejscu zainstalowania urządzeń łączności.

7.3.7 Jeżeli aparaty służbowej łączności telefonicznej umieszczane są w pomieszczeniach o dużym natężeniu hałasu, to należy stosować środki tłumiące dźwięki lub aparaty wyposażać w dodatkową słuchawkę.

7.3.8 Dla urządzeń łączności wymienionych w 7.3.1 i 7.3.2 należy przewidzieć źródła zasilania, które zapewnią ich pracę przy braku zasilania z podstawowego źródła energii.

7.3.9 Uszkodzenie lub odłączenie dowolnego aparatu nie powinno powodować zakłóceń w uzyskaniu łączności między pozostałymi aparatami.

7.3.10 Telefony przewidziane w 7.3.1 do dwustronnej łączności rozmówczej pomiędzy mostkiem nawigacyjnym a zamkniętym centralnym stanowiskiem manewrowym lub pomiędzy mostkiem a miejscowym stanowiskiem sterowania mechanizmami i silnikami głównymi powinny mieć dźwiękową i świetlną sygnalizację wywoławczą zarówno w zamkniętym centralnym stanowisku manewrowym, jak i w pomieszczeniu maszynowni.

Rozgłośnia manewrowa może być niezależna lub wspólna z rozgłośnią dyspozycyjną, opisaną w 7.4.

7.4 Rozgłośnia dyspozycyjna

7.4.1 Każdy okręt powinien być wyposażony w rozgłośnię dyspozycyjną lub inny skuteczny środek łączności ze wszystkimi pomieszczeniami mieszkalnymi i służbowymi, posterunkami dowodzenia i pokładami otwartymi.

7.4.2 Rozgłośnia dyspozycyjna powinna być jednym kompletnym systemem, który poprzez system głośników zapewnia możliwość jednoczesnego rozgłaszania informacji z mikrofonowych stanowisk dyspozycyjnych do wszystkich pomieszczeń mieszkalnych, służbowych i ogólnego użytku oraz na otwarte pokłady na okręcie. Rozgłośnia dyspozycyjna swoim zasięgiem może nie obejmować takich miejsc, jak przejścia podpokładowe, magazyn bosmański, szpital, pompownia. Dopuszcza się stosowanie rozgłośni dyspozycyjnych do przekazywania programów radiowych i zapisów dźwiękowych, pod warunkiem zapewnienia priorytetu dla przekazywania informacji i dyspozycji służbowych.

7.4.3 Rozgłośnia dyspozycyjna powinna mieć główne mikrofonowe stanowisko dyspozycyjne, za instalowane na mostku nawigacyjnym i co najmniej jeszcze jedno mikrofonowe stanowisko dyspozycyjne, np. w pomieszczeniu przeznaczonym do pełnienia wachty w czasie postoju okrętu w porcie lub obok trapu burtowego.

7.4.4 W głównym mikrofonowym stanowisku dyspozycyjnym należy zapewnić możliwość kontroli jakości przekazu w każdej linii transmisyjnej. Może to być kontrola „na słuch”.

7.4.5 Rozgłośnia dyspozycyjna powinna umożliwiać przyłączenie do niej co najmniej dwóch linii transmisyjnych:

- .1 pokładowej, przeznaczonej do przyłączenia głośników zainstalowanych na otwartych pokładach okrętu;
- .2 służbowej, przeznaczonej do przyłączenia głośników zainstalowanych w pomieszczeniach służbowych, mieszkalnych i ogólnych załogi okrętu (kabiny, mesy, palarnie, biblioteki, czytelnie itp., włączając korytarze i podesty przylegające do tych pomieszczeń).

7.4.6 W celu umożliwienia przekazywania poleceń służbowych oraz komunikatów bezpieczeństwa, powinno być możliwe sterowanie rozgłośnia dyspozycyjną (uruchamianie, włączanie, przełączanie linii transmisyjnych, zrzucanie programów i włączanie układu przymusowego rozgłaszania) bezpośrednio z głównego mikrofonowego stanowiska dyspozycyjnego, niezależnie od tego, w jakim położeniu znajdują się regulatory głośności lub wyłączniki wszystkich pozostałych mikrofonowych stanowisk dyspozycyjnych i głośników.

7.4.7 Głośniki instalowane w pomieszczeniach mieszkalnych okrętu powinny być wyposażone w regulatory głośności lub wyłączniki. Nie należy przyłączać głośników za pomocą połączeń wtykowych.

7.4.8 Na każdym stanowisku mikrofonowym powinna być przewidziana świetlna sygnalizacja, która powinna się włączać po uruchomieniu rozgłośni dyspozycyjnej.

Rozgłośnia dyspozycyjna powinna przy pełnym obciążeniu i maksymalnym wzmocnieniu zapewnić przekazywanie poleceń służbowych i informacji bezpieczeństwa z punktów mikrofonowych do wszystkich pomieszczeń służbowych, mieszkalnych i ogólnych oraz na otwarte pokłady okrętu z minimalną słyszalnością:

- 75 dB(A) i co najmniej 20 dB(A) powyżej poziomu szumów w przestrzeniach zamkniętych;
- 80 dB(A) i co najmniej 15 dB(A) powyżej poziomu szumów w przestrzeniach otwartych.

7.4.9 Należy przewidzieć środki zapobiegające pojawianiu się sprzężenia zwrotnego lub innego rodzaju zakłóceń w działaniu linii transmisyjnych, np. w przypadku zwarcia w odprowadzeniach głośników.

7.4.10 Rozgłośnia dyspozycyjna powinna być zasilana z podstawowego i awaryjnego źródła energii elektrycznej oraz z tymczasowego źródła energii elektrycznej, jeżeli jest wymagane w rozdziale 9 lub 20.

7.4.11 Za zgodą Administracji można dopuścić użycie rozgłośni dyspozycyjnej do przekazania sygnalizacji alarmu ogólnego i alarmu pożarowego, pod warunkiem że:

1. wszystkie dotyczące alertów wymagania Kodeksu LSA, Kodeksu FSS i Konwencji SOLAS, wraz ze zmianami, są spełnione;
2. spełnione są wszystkie wymagania dotyczące alertów, określone w Kodeksie alertów i wskaźników, 2009 (Code on Alerts and Indicators, 2009),
3. rozgłośnia dyspozycyjna odłącza wszystkie inne systemy wejścia dla przekazania priorytetowo sygnału alarmowego kiedy jest wymagany, z automatycznym ominięciem regulacji głośności,

4. rozgłośnia dyspozycyjna jest zbudowana w sposób zapobiegający pojawianiu się sprzężenia zwrotnego oraz innego rodzaju zakłóceń; i
5. rozgłośnia dyspozycyjna jest zbudowana w sposób minimalizujący wpływ pojedynczego uszkodzenia.

7.5 Sygnalizacja alarmowa

Każdy okręt powinien być wyposażony w sygnalizację alarmową. Sygnalizacja alarmowa powinna dawać sygnał dźwiękowy za pomocą gwizdka lub syreny okrętowej lub innych źródeł dźwięku oraz sygnał świetlny za pomocą czerwonego światła. W pomieszczeniach, w których sygnał dźwiękowy może powodować zakłócenia w pracy należy stosować tylko sygnalizację świetlną.

Minimalny poziom głośności sygnalizacji alarmu ogólnego w pomieszczeniach otwartych powinien wynosić przynajmniej 80 dB(A) i powinien być o co najmniej 15 dB(A) wyższy od poziomu szumów. W pomieszczeniach zamkniętych poziom głośności powinien wynosić przynajmniej 80 dB(A) i powinien być o co najmniej 20 dB(A) wyższy od poziomu szumów. W żadnym przypadku poziom głośności nie może przekroczyć 120 dB(A). W kabinach niewyposażonych w instalację głośnikową należy zainstalować brzęczyk lub inny sygnalizator dźwiękowy.

Wymagania szczegółowe dotyczące każdego rodzaju sygnalizacji powinny być każdorazowo uzgodnione z PRS.

7.5.1 Urządzenia sygnalizujące należy umieścić w następujących miejscach:

- .1 w pomieszczeniach maszynowych;
- .2 w pomieszczeniach ogólnego użytku;
- .3 w pomieszczeniach mieszkalnych;
- .4 w korytarzach;
- .5 na otwartych pokładach w pobliżu stanowisk manewrowych;
- .6 w innych miejscach uzgodnionych z PRS.

7.5.2 Sygnalizacja alarmowa powinna być zasilana z sieci okrętowej oraz z szyn rozdzielnicy awaryjnej.

Sygnalizacja alarmowa może być zasilana z sieci okrętowej i z własnej baterii akumulatorów, pod warunkiem że zapewnione jest samoczynne przełączanie obwodu zasilania na baterię akumulatorów. W takim przypadku nie wymaga się zasilania z awaryjnego i tymczasowego źródła energii elektrycznej.

Sygnalizacja alarmowa powinna mieć zapewnione ciągłe zasilanie, niezależnie od tego czy bateria akumulatorów jest załączona na ładowanie, czy też rozładowanie.

7.5.3 W przypadku stosowania własnej baterii akumulatorów do zasilania sygnalizacji alarmowej, z baterii tej można zasiląć również inne urządzenia łączności wewnętrznej, jeżeli pojemność tej baterii będzie wystarczająca do równoczesnego zasilania wszystkich przyłączonych do niej odbiorników w ciągu co najmniej 3 godzin oraz jeżeli instalacja jest wykonana tak, że uszkodzenie dowolnego obwodu nie zakłóci pracy żadnego z urządzeń, i jeżeli dla tych urządzeń nie przewidziano dłuższego okresu zasilania.

7.5.4 Obwody zasilania sygnalizacji alarmowej należy wyposażyć tylko w zabezpieczenie zwarciowe. Urządzenia zabezpieczające powinny być zainstalowane we wszystkich przewodach obwodu zasilającego oraz w obwodach każdego urządzenia sygnalizującego, jeżeli układ nie posiada właściwości samokontrolnych.

7.5.5 Urządzenia dźwiękowe sygnalizacji alarmowej należy tak umieszczać, aby sygnał był dobrze słyszalny na tle szumów występujących w danym pomieszczeniu. Urządzenia dźwiękowe umieszczone w pomieszczeniach o dużej intensywności szumów powinny być wyposażone w sygnalizację świetlną.

7.5.6 Dźwięk sygnalizacji alarmowej powinien wyraźnie różnić się od dźwięków innych systemów sygnalizacji.

7.5.7 Sygnalizacja alarmowa powinna być uruchamiana ze sterówki okrętu oraz, z wyjątkiem gwizdka okrętowego, z centralnego stanowiska przeciwpożarowego i z dyżurki przeznaczonej do pełnienia wachty podczas postoju okrętu w porcie. Alarm powinien działać w sposób ciągły po włączeniu do momentu ręcznego wyłączenia go lub rozpoczęcia nadawania z rozgłośni dyspozycyjnej. Łącznik uruchamiający sygnalizację alarmową powinien, po ustaniu działania siły uruchamiającej, samoczynnie powracać do położenia wyjściowego.

7.5.8 W obwodach instalacji sygnalizacji alarmowej nie należy umieszczać łączników, z wyjątkiem łączników uruchamiających alarm. Jeżeli jednak konieczne okaże się umieszczenie łączników w rozdzielnicy układu sygnalizacji alarmowej, to powinny one być chronione przed przypadkowym uruchomieniem. Można stosować styczniki pośredniczące załączane łącznikiem, lecz nie więcej niż po jednym styczniku w każdej gałęzi.

7.5.9 Urządzenia sygnalizujące, łączniki i rozdzielnice instalacji sygnalizacji alarmowej powinny mieć dobrze widoczne, wyróżniające je, oznaczenia.

7.5.10 Urządzenia dźwiękowe sygnalizacji alarmowej powinny być rozdzielone na co najmniej dwa obwody załączane jednym łącznikiem, tak umieszczone, aby w pomieszczeniach o dużej przestrzeni (maszynowni, kotłowni i inne) urządzenia te znajdowały się w różnych obwodach.

7.5.11 Z chwilą uruchomienia sygnalizacji alarmowej kanały koncertowe wszystkich rozgłośni powinny zostać wyłączone.

7.6 Sygnalizacja wykrywcza pożaru

7.6.1 Wymagania ogólne

7.6.1.1 Instalacja sygnalizacji wykrywczej pożaru powinna, oprócz wymagań niniejszego podrozdziału, spełniać wymagania zawarte w rozdziale 7 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*.

7.6.1.2 Instalacja sygnalizacji wykrywczej pożaru, poza uruchomieniem alarmu pożarowego, może być używana do sygnalizacji alarmowej oraz do sterowania:

- .1 rozgłośnią dyspozycyjną;
- .2 wyłączaniem wentylatorów;
- .3 zamykaniem drzwi pożarowych;
- .4 zamykaniem kłap pożarowych;
- .5 instalacją tryskaczową;
- .6 instalacją oddymiania;
- .7 dodatkowym oświetleniem dolnym.

7.6.1.3 Centrale wykrywcze pożaru powinny być umieszczone w sterówce i/lub w centralnym stanowisku przeciwpożarowym i/lub innym dostępnym miejscu, w którym alarm wykrywczy pożaru spowoduje podjęcie przez załogę odpowiednich działań.

7.6.1.4 Układ sygnalizacji wykrywczej pożaru powinien posiadać właściwości samokontrolne i podawać świetlny oraz dźwiękowy sygnał w przypadku wystąpienia stanów awaryjnych, np.: przełączenie na zasilanie rezerwowe lub zanik zasilania. Sygnalizacja stanów awaryjnych układu powinna różnić się od sygnału alarmu pożarowego.

7.6.1.5 Wykrycie podwyższonej temperatury, dymu lub innych produktów spalania powinno spowodować uruchomienie alarmu świetlnego i dźwiękowego w centralach wykrywczych oraz w sterówce.

7.6.1.6 Na centralach wykrywczych lub w ich pobliżu powinny znajdować się tablice informacyjne, wskazujące numerację sekcji i nazwy pomieszczeń lub rejonów objętych sygnalizacją.

7.6.1.7 Kable i przewody instalacji sygnalizacji wykrywczej pożaru nie powinny przechodzić przez kuchnie, przedziały maszynowe kategorii A i inne pomieszczenia o wysokim stopniu zagrożenia pożarowego – z wyjątkiem kabli zasilających i czujek pożarowych, zainstalowanych w tych pomieszczeniach.

7.6.2 Sygnalizacja wykrywcza pożaru w pomieszczeniach i maszynowniach

7.6.2.1 W pomieszczeniach mieszkalnych, ogólnego użytku, służbowych, na stanowiskach dowodzenia oraz w przedziałach maszynowych okrętów należy zainstalować sygnalizację wykrywczą pożaru.

7.6.2.2 Instalacja sygnalizacji wykrywczej pożaru powinna być zasilana oddzielnymi obwodami z dwóch niezależnych źródeł energii elektrycznej.

Jeżeli głównym źródłem zasilania jest podstawowe źródło energii elektrycznej, to drugim (rezerwowym) źródłem zasilania powinno być awaryjne źródło energii elektrycznej lub bateria akumulatorów. Jeżeli głównym źródłem zasilania jest bateria akumulatorów, to należy zainstalować drugą (rezerwową) baterię. Każda z tych baterii powinna odpowiadać wymaganiom punktów 9.3 lub 20,3,6 pod względem pojemności i usytuowania.

Przełączanie zasilania na źródło rezerwowe powinno następować automatycznie z jednoczesnym załączeniem sygnalizacji wymienionej w 7.6.1.4.

7.6.2.3 Czujki i ręczne przyciski alarmu pożarowego powinny być połączone w obwody odpowiadające sekcjom wymienionym w rozdziale 7 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*. Aktywacja czujki lub przycisku ręcznego powinna spowodować włączenie alarmu dźwiękowego i świetlnego w centrali wykrywczej pożaru i powtarzaczach alarmowych z podaniem numeru uaktywnionego obwodu (sekcji czujek).

7.6.2.4 W przypadku pożaru w przedziałach maszynowni alarm powinien być również słyszalny w obszarze pomieszczeń mieszkalnych załogi odpowiedzialnej za obsługę maszynowni.

7.6.2.5 Jeżeli odbiór sygnałów alarmowych wymienionych w 7.6.2.3 i 7.6.2.4 nie zostanie potwierdzony w centrali wykrywczej pożaru w ciągu 2 minut, to powinno nastąpić włączenie alarmu dźwiękowego na stanowiskach dowodzenia, w pomieszczeniach służbowych i załogi. Sygnalizacja alarmowa w wymienionych pomieszczeniach nie musi być integralną częścią sygnalizacji wykrywczej pożaru.

7.6.2.6 Powtarzacze alarmowe powinny wskazywać przynajmniej numer obwodu (sekcji), w którym zadziałała czujka lub włączony został ręczny przycisk alarmowy.

Co najmniej jeden powtarzacz alarmowy powinien być stale łatwo dostępny w morzu i w porcie dla upoważnionych członków załogi.

Jeżeli centrala wykrywcza pożaru znajduje się w centralnym posterunku pożarowym lub innym miejscu (patrz 7.6.1.3), to jeden powtarzacz alarmowy powinien być umieszczony w sterówce.

7.6.2.7 W pobliżu każdego powtarzacza alarmowego powinna znajdować się tablica informacyjna, o której mowa w 7.6.1.6.

7.6.2.8 Sygnalizacja wykrywcza pożaru powinna zapewniać zdalną identyfikację czujek oraz spełniać następujące wymagania:

- .1 konfiguracja pętli obwodu powinna uniemożliwić jego uszkodzenie w więcej niż jednym miejscu, co oznacza, że magistrala danych nie powinna przechodzić przez chronioną strefę więcej niż jeden raz, a tam, gdzie jest to praktycznie niemożliwe, np. w dużych przedziałach ogólnego użytku, powtórnie przechodzące części pętli należy instalować w możliwie największej odległości od siebie;
- .2 uszkodzenie w pętli, np. zanik zasilania, zwarcie czy doziemienie, nie powinno powodować niesprawności całej pętli, a jedynie jej części o wielkości równej wielkości obwodu sygnalizacji wykrywczej pożaru;
- .3 należy przewidzieć środki zapewniające powrót instalacji do stanu początkowego po ustąpieniu/naprawie uszkodzenia;
- .4 wcześniej zainicjowany alarm nie powinien uniemożliwiać wywołania kolejnych alarmów.

7.6.2.9 Czujki powinny reagować na temperaturę, dym lub inne produkty spalania oraz płomień lub dowolną kombinację tych czynników. Czujki reagujące na płomień mogą być stosowane tylko jako dodatkowe obok czujek reagujących na temperaturę lub dym. PRS może dopuścić stosowanie innych czujek, przy czym musi być spełniony warunek, że czujki te będą równie czułe na początkową fazę pożaru, jak wymienione powyżej.

7.6.2.10 Czujki temperaturowe powinny posiadać dokument potwierdzający, że zadziałają, zanim temperatura przekroczy 78 °C i nie zaczną działać, zanim temperatura nie przekroczy 54 °C w warunkach, gdy szybkość przyrostu temperatury do tej wartości jest mniejsza niż 1 °C na minutę. Granice czułości czujek cieplnych dla innych przyrostów temperatury podlegają każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

7.6.2.11 Czujki dymowe zainstalowane w klatkach schodowych, korytarzach i drogach ewakuacji znajdujących się w obrębie pomieszczeń mieszkalnych, powinny posiadać dokument potwierdzający, że zadziałają zanim gęstość optyczna dymu przekroczy 12,5 % zaciemnienia na metr sześcienny i nie zaczną działać, zanim gęstość optyczna dymu nie przekroczy 2 % zaciemnienia na metr sześcienny. Granice czułości czujek dymowych przeznaczonych do innych pomieszczeń należy każdorazowo uzgadniać z PRS.

Gęstość optyczna dymu – zgodnie z normą PN-EN 54 – zmniejszenie natężenia wiązki światła przechodzącego przez dym równe logarytmowi ilorazu początkowego natężenia światła do natężenia światła po przejściu przez objętość dymu w określonych warunkach badania.

7.6.2.12 W pomieszczeniach, w których w normalnych warunkach panuje podwyższona temperatura, można stosować czujki temperaturowe o dopuszczalnej temperaturze działania wyższej o 30 °C od najwyższej temperatury panującej pod sufitem pomieszczenia, np. temperatura działania czujek w suszarniach i podobnych pomieszczeniach może wynosić 130 °C, a w saunach 140 °C.

7.6.2.13 Wszystkie czujki powinny być takiej konstrukcji, aby można było sprawdzić prawidłowość ich działania i następnie przywrócić do stanu czuwania, bez konieczności wymiany jakichkolwiek elementów.

7.6.2.14 Czujki z możliwością regulacji czułości powinny zapewniać możliwość zablokowania wartości nastawy ze wskazaniem położenia tej nastawy.

7.6.2.15 Jeżeli przewidziano możliwość czasowego odłączenia obwodu lub czujki, to stan taki powinien być wskazywany w centrali wykrywczej, a ponowne załączenie powinno następować automatycznie po upływie nastawionego czasu.

7.6.2.16 Zaleca się, aby każda czujka była wyposażona we wskaźnik świetlny, umożliwiający stwierdzenie jej zadziałania.

7.6.2.17 Instalowanie czujek instalacji wykrywczej pożaru w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem lub znajdujących się w strudze powietrza zasysanego z tych pomieszczeń powinno odpowiadać wymaganiom zawartym w 2.8.

7.6.3 Sygnalizacja wykrywcza pożaru w przestrzeniach magazynowych ogólnego przeznaczenia

7.6.3.1 Instalacja sygnalizacji wykrywczej pożaru w ładowniach, pracująca na zasadzie analizy powietrza doprowadzonego z pomieszczeń chronionych do urządzenia odbiorczego sygnalizacji, powinna być zasilana wraz z wentylatorami z podstawowego oraz innego niezależnego źródła rezerwowego energii elektrycznej. Przełączanie zasilania na źródło rezerwowe powinno następować automatycznie z jednoczesnym załączeniem sygnalizacji wymienionej w 7.6.1.4.

7.6.3.2 Instalacja sygnalizacji powinna być sprawna i zdolna do działania nieprzerwanie przez cały okres eksploatacji. Wyjątek stanowi instalacja sygnalizacji działająca na zasadzie sekwencyjnego poboru próbek powietrza, dla której okres przerwy między dwoma pobraniami powietrza z tego samego miejsca powinien zależeć od liczby punktów poboru i czasu pobrania próbki przez wentylator.

Okres przerwy należy obliczać wg wzoru:

$$I = 1,2 \times T \times N, [s] \quad (7.6.3.2)$$

gdzie:

T – czas pobrania próbki powietrza, [s];

N – liczba punktów poboru próbek powietrza.

Maksymalny dopuszczalny okres przerwy między dwoma kolejnymi pobraniami próbek nie powinien przekraczać 120 s.

7.6.3.3 Instalacja sygnalizacji powinna być tak zaprojektowana i wykonana, aby nie było możliwości:

- .1 przenikania atmosfery występującej w ładowniach do pomieszczeń mieszkalnych, służbowych, stanowisk dowodzenia, przedziałów maszynowych;
- .2 powstania zapłonu łatwopalnej mieszaniny gazu z powietrzem.

7.6.3.4 Instalacja sygnalizacji powinna zapewniać:

- .1 możliwość sprawdzania prawidłowości jej działania i przywracanie do normalnego stanu czuwania bez potrzeby wymiany jakichkolwiek elementów;
- .2 możliwość obserwacji powietrza w każdym z rurociągów poboru próbek;
- .3 pobieranie w przybliżeniu jednakowych ilości powietrza przez każdą z końcówek poboru.

7.6.3.5 Wentylatory poboru próbek powinny być zdwojone i mieć wystarczającą wydajność do zassania powietrza z najbardziej oddalonych przestrzeni, przy włączonej wentylacji mechanicznej tych przestrzeni.

Całkowity czas pobrania próbki powietrza nie powinien być dłuższy niż 15 s.

7.6.3.6 Zespół czujnikowy sygnalizacji powinien posiadać certyfikat potwierdzający, że zadziała zanim gęstość dymu wewnątrz komory czujnikowej przekroczy 6,65 % zaciemnienia na metr sześcienny.

7.7 Sygnalizacja ostrzegawcza o uruchomieniu instalacji gaśniczych

7.7.1 Sygnalizacja ostrzegawcza o uruchomieniu instalacji gaśniczych powinna, oprócz wymagań niniejszego podrozdziału, spełniać wymagania zawarte w rozdziale 6 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*.

7.7.2 Sygnalizacja ostrzegawcza powinna być zasilana z podstawowego źródła energii elektrycznej okrętu i z baterii akumulatorów o pojemności wystarczającej do jej zasilania w ciągu 30 min. Należy zapewnić automatyczne przełączanie zasilania na baterię akumulatorów przy zaniku napięcia w sieci okrętowej.

7.7.3 Sygnał ostrzegawczy powinien:

- .1 być uruchamiany automatycznie, np. poprzez otwarcie drzwiczek skrzynek sterowniczych ręcznego i zdalnego mechanizmu, uruchamiającego instalację gaśniczą;
- .2 włączać się z odpowiednim wyprzedzeniem w stosunku do uruchomienia instalacji gaśniczej (patrz punkt 6.6.3 z Części V – Ochrona przeciwpożarowa);
- .3 być słyszalny w pomieszczeniu, do którego doprowadzony jest środek gaśniczy – w warunkach panującego hałasu;
- .4 różnić się od innych sygnałów dźwiękowych;
- .5 być uzupełniony o dodatkowy sygnał świetlny – w pomieszczeniach o dużym natężeniu hałasu.

7.8 Sygnalizacja zamykania drzwi wodoszczelnych i przeciwpożarowych

7.8.1 Sygnalizacja zamykania drzwi wodoszczelnych powinna odpowiadać wymaganiom punktów od 7.4.8.2 do 7.4.8.9 i od 7.5.6.4 do 7.5.6.7 z Części III – Wyposażenie kadłubowe, a sygnalizacja o położeniu drzwi przeciwpożarowych powinna odpowiadać wymaganiom punktu 2.9.4.2 z Części V – Ochrona przeciwpożarowa.

7.8.2 PRS każdorazowo określi drzwi pomieszczeń, które powinny być wyposażone w lokalną sygnalizację otwarcia.

7.9 Sygnalizacja otwarcia i rejestracji dostępu do pomieszczeń łączności specjalnej, kryptograficznej, kancelarii tajnych

7.9.1 Alarmowe urządzenia sygnalizacyjne powinny być umieszczone w sterówce i w pomieszczeniach służby dyżurnej. Urządzenia rejestracji dostępu powinny być zabezpieczone przed utratą danych i przed dostępem osób niepowołanych.

7.9.2 Wymagania dla instalacji i zasilania sygnalizacji określonej w 7.7 każdorazowo powinny być uzgodnione z PRS.

7.10 Sygnalizacja pomieszczeń chronionych przechowywania broni ręcznej, sprzętu uzbrojenia, amunicji artyleryjskiej i raketowej i materiałów wybuchowych

7.10.1 Alarmowe urządzenia sygnalizacyjne powinny być umieszczone w pomieszczeniach i miejscach pełnienia wachty oraz służby dyżurnej.

7.10.2 Rodzaj, ilość i rozmieszczenie czujników powinno uwzględniać rodzaj amunicji lub materiałów wybuchowych i powinno być każdorazowo uzgodnione z PRS.

Sygnalizacja ostrzegawcza powinna być zasilana z podstawowego źródła energii elektrycznej okrętu i z baterii akumulatorów o pojemności wystarczającej do jej zasilania w ciągu 30 min. Należy zapewnić automatyczne przełączanie zasilania na baterię akumulatorów przy zaniku napięcia w sieci okrętowej.

8 ZABEZPIECZENIA

8.1 Wymagania ogólne

8.1.1 Obwody odchodzące z rozdzielnic powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć i przeciążeń przy pomocy urządzeń umieszczonych na początku każdego obwodu z wyjątkami, o których mowa w 8.3.3, 8.3.5, 8.4.1, 8.9.1.

Jeżeli nie jest możliwe wystąpienie przeciążenia w obwodzie, to obwód może być zabezpieczony tylko przed skutkami zwarć.

8.1.2 Zabezpieczenia przeciążeniowe należy dobierać do charakterystyk zabezpieczanych urządzeń w taki sposób, aby ich zadziaływanie następowało przy wszystkich niedopuszczalnych przeciążeniach.

8.1.3 System zabezpieczeń nadprądowych powinien tworzyć selektywny układ w całym zakresie prądów przeciążeniowych i spodziewanych prądów zwarciovych.

Zabezpieczenia powinny być tak nastawione, aby uszkodzenia mało ważnych odbiorników lub ich obwodów zasilania nie miały ujemnego wpływu na niezawodność pracy elektrowni okrętowej i ciągłość zasilania ważnych odbiorników. Zabezpieczenia przeciążeniowe i zwarciovowe nie powinny zadziaływać przy prądach rozruchowych urządzeń zabezpieczanych przez te zabezpieczenia.

8.1.4 Zabezpieczenia przeciążeniowe powinny być zastosowane:

- .1 w co najmniej jednej fazie lub biegunie dodatnim – w układzie dwuprzewodowym;
- .2 w co najmniej dwóch fazach – w układzie izolowanym trójprzewodowym trójfazowym prądu przemiennego;
- .3 we wszystkich fazach – w czteroprzewodowym układzie trójfazowym prądu przemiennego.

8.1.5 Jako zabezpieczenia przeciążeniowe nie powinny być stosowane bezpieczniki o niepełnozakresowej zdolności wyłączenia.

8.1.6 Zabezpieczenia zwarciovowe należy stosować w każdym izolowanym biegunie układu prądu stałego oraz w każdej fazie układu prądu przemiennego.

Zabezpieczenia zwarciovowe należy nastawiać na zadziaływanie przy prądzie nie mniejszym niż 200% obciążenia znamionowego. Zadziaływanie może być natychmiastowe lub ze zwłoką czasową, niezbędną dla zapewnienia selektywności.

Jako zabezpieczenia zwarciovowe powinny być stosowane wyłączniki lub bezpieczniki.

Do zabezpieczenia kabli zasilających i odbiorników przed skutkami zwarć mogą być stosowane te same elementy zabezpieczające.

8.1.7 Kable łączące rozdzielnice, mogące przewodzić prąd w obydwu kierunkach powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć na obydwu końcach.

8.1.8 Kable zasilające mogą nie mieć zabezpieczeń przeciążeniowych, jeżeli:

- odbiorniki lub grupy zasilanych odbiorników mają indywidualne zabezpieczenia przeciążeniowe, oraz
- długotrwała obciążalność prądowa kabla zasilającego te odbiorniki została dobrana do maksymalnego obciążenia.

8.1.9 Jeżeli w jakiegokolwiek części obwodu zasilającego przekrój przewodu jest zmniejszony, a poprzednie zabezpieczenie nie chroni przewodu o zmniejszonym przekroju, to należy zainstalować dodatkowe zabezpieczenie.

8.2 Zabezpieczenia prądnic

8.2.1 Prądnice nie przeznaczone do pracy równoległej powinny być zabezpieczone przed skutkami przeciążeń i zwarć oraz mieć zabezpieczenia podnapięciowe, działające równocześnie we wszystkich izolowanych biegunach lub fazach.

Prądnice o mocy do 50 kVA mogą być zabezpieczone wielobiegunowym rozłącznikiem bezpiecznikowym.

8.2.2 Prądnice przeznaczone do pracy równoległej powinny być zabezpieczone wyłącznikiem wyposażonym w co najmniej następujące zabezpieczenia:

- .1 przeciążeniowe;
- .2 zwarciowe;
- .3 kierunkowe (prądu lub mocy zwrotnej);
- .4 podnapięciowe.

Układ zabezpieczenia prądnicy przed skutkami przeciążeń powinien powodować wystąpienie sygnalizacji świetlnej i dźwiękowej przeciążenia, działając ze zwłoką czasową do 15 minut przy obciążeniach wynoszących od 100 do 110% prądu znamionowego, i wyłączenie prądnicy ze zwłoką czasową odpowiadającą ciepłej stałej czasowej zabezpieczanej prądnicy – przy obciążeniach wynoszących od 110 do 150% prądu znamionowego prądnicy.

Przy nastawieniu zabezpieczenia na wartość 150% prądu znamionowego prądnicy, zwłoka czasowa nie powinna być większa niż 2 minuty – w przypadku prądnicy prądu przemiennego i nie większa niż 15 sekund – w przypadku prądnicy prądu stałego. W przypadku obciążenia przekraczającego 150% prądu znamionowego prądnicy odłączenie prądnicy powinno nastąpić bezzwłocznie.

Nastawienie zabezpieczenia na przeciążenie wyłączające oraz zwłoka czasowa powinny być tak dobrane do charakterystyki przeciążeniowej silnika napędowego prądnicy, aby w czasie nastawionej zwłoki silnik był w stanie zapewnić moc potrzebną do wytworzenia przez prądnicę prądu wystarczającego do zadziałania zabezpieczeń. Do zabezpieczenia prądnic przed przeciążeniami nie należy stosować układów zabezpieczających, uniemożliwiających natychmiastowe ponowne załączenie prądnicy.

8.2.3 Należy zainstalować urządzenia odłączające samoczynnie i wybiórczo mniej ważne odbiorniki w przypadku wystąpienia przeciążenia prądnic.

Odłączanie odbiorników może być jedno- lub kilkustopniowe, w zależności od zdolności przeciążeniowej układu prądnic pracujących łącznie.

W przypadku braku wymaganej rezerwy mocy w elektrowni okrętowej należy zastosować blokady uniemożliwiające automatyczny rozruch silników i innych odbiorników o dużych mocach.

Powyższe wymagania nie obowiązują dla okrętów z instalacją elektryczną małej mocy.

8.2.4 Zabezpieczenia kierunkowe prądnic przeznaczonych do pracy równoległej powinny być dostosowane do charakterystyk silników napędowych. Nastawienia zabezpieczeń kierunkowych powinny odpowiadać zakresom podanym w tabeli 8.2.4.

Tabela 8.2.4

Rodzaj prądu	Zakres nastawienia zabezpieczeń kierunkowych przy napędzie prądnicy	
	turbiną	silnikiem spalinowym
prąd przemienny	2-6% mocy znamionowej prądnicy (kW)	8-15% mocy znamionowej prądnicy (kW)
prąd stały	2-6% prądu znamionowego prądnicy (A)	8-15% prądu znamionowego prądnicy (A)

Zabezpieczenia kierunkowe prądnic prądu stałego należy umieszczać w biegunie przeciwnym do tego, w którym znajduje się przewód wyrównawczy. Przy obniżeniu napięcia o 50% zabezpieczenie kierunkowe powinno być jeszcze zdolne do działania, chociaż moc zwrotna i prąd mogą mieć inne wartości.

8.2.5 Zabezpieczenia podnapięciowe powinny umożliwiać niezawodne załączenie prądnic na szyny przy napięciu równym lub większym niż 85% napięcia znamionowego i uniemożliwiać załączenie prądnic przy napięciu niższym niż 35% napięcia znamionowego oraz odłączać prądnice przy obniżeniu napięcia na ich zaciskach w zakresie od 70 do 35% napięcia znamionowego.

Zabezpieczenia podnapięciowe powinny przy obniżeniu napięcia powodować odłączenie prądnic od szyn ze zwłoką czasową oraz powinny działać bezzwłocznie – przy próbie załączenia na szyny prądnicy, której napięcie nie osiągnęło podanej wyżej wartości.

8.2.6 Dla prądnic o mocy 1500 kVA i większej należy stosować zabezpieczenia przed skutkami uszkodzeń na połączeniach pomiędzy prądnicą a wyłącznikiem, powodujące odwzbudzenie prądnicy i jej natychmiastowe wyłączenie; zaleca się stosowanie dodatkowego zabezpieczenia termicznego przed skutkami uszkodzeń wewnętrznych w uzwojeniach prądnicy.

8.2.7 Jeżeli prądnica prądu stałego napędzana przez turbinę jest przeznaczona do pracy równoległej z inną prądnicą, to należy zastosować urządzenie wyłączające wyłącznik tej prądnicy w przypadku zadziałania układu bezpieczeństwa turbiny.

8.2.8 Wyzwalacze zwarciove ze zwłoką czasową powinny być tak dobrane, aby w każdym przypadku spodziewany prąd zwarcia w zabezpieczonym obwodzie, po upływie nastawionej zwłoki czasowej, był większy od minimalnego prądu powrotnego takiego wyzwalacza.

8.2.9 Jako zabezpieczenie przed skutkami zwarć elementów półprzewodnikowych w obwodach wzbudzenia prądnic należy stosować bezpieczniki topikowe. Zabezpieczenia przeciążeniowe powinny być dobrane z uwzględnieniem charakterystyk cieplnych półprzewodników.

8.2.10 Nastawialne elektroniczne i mikroprocesorowe zabezpieczenia prądnic i odbiorników zasilanych prądem o natężeniu większym niż 30% prądu znamionowego najmniejszej prądnicy powinny być wyposażone we wskaźniki wartości nastaw.

8.3 Zabezpieczenia silników

8.3.1 W obwodach odchodzących z rozdzielnic zasilających silniki o mocy większej niż 0,5 kW należy zainstalować zabezpieczenia zwarciove i przeciążeniowe oraz zabezpieczenia zanikowo-napięciowe, jeżeli nie wymaga się, aby silnik uruchamiał się samoczynnie po powrocie napięcia zasilającego.

Zabezpieczenia przeciążeniowe i zanikowo-napięciowe silników elektrycznych mogą być zainstalowane w urządzeniach rozruchowych tych silników.

8.3.2 Zabezpieczenia przeciążeniowe silników przeznaczonych do pracy ciągłej powinny powodować wyłączenie zabezpieczanego silnika przy obciążeniu prądem ciągłym o wartości pomiędzy 105 a 125% prądu znamionowego.

8.3.3 Jeżeli w napędach urządzeń ważnych zastosowano układ dwóch niezależnych silników, każdy o mocy wystarczającej do napędu urządzenia, to w układzie takim zabezpieczenia przeciążeniowe silników elektrycznych można zastępować sygnalizacją świetlną i dźwiękową.

8.3.4 Silniki wielobiegunowe napędów wciągarek kotwicznych, kabestanów, urządzeń przeładunkowych i innych, które ze względu na warunki pracy mogą ulegać przeciążeniom, powinny posiadać zabezpieczenia termiczne działające przy nadmiernych przyrostach temperatury uzwojeń.

8.3.5 W obwodach zasilania napędów elektrycznych pomp przeciwpożarowych nie należy stosować zabezpieczeń przeciążeniowych wyłączających – termicznych, a jedynie sygnalizację świetlną i dźwiękową przeciążeń.

8.3.6 Dla silników zabezpieczonych bezpiecznikami przepalenie bezpiecznika w jednej fazie powinno powodować wyłączenie silnika.

8.4 Zabezpieczenia urządzeń sterowych

8.4.1 Silniki i układy sterowania elektrycznych i elektrohydraulicznych urządzeń sterowych powinny być zabezpieczone tylko przed skutkami zwarć.

Należy przewidzieć świetlną i dźwiękową sygnalizację przeciążenia silnika oraz braku napięcia w dowolnej z faz.

8.4.2 Zabezpieczenia zwarciove silników prądu stałego elektrycznych i elektrohydraulicznych urządzeń sterowych należy nastawiać na wyłączenie natychmiastowe przy prądzie nie mniejszym niż 300% i nie większym niż 400% znamionowego prądu zabezpieczanego silnika, a w przypadku silników prądu przemiennego zabezpieczenia należy nastawiać na wyłączenie natychmiastowe przy prądzie większym o około 25% od największego prądu rozruchowego zabezpieczanego silnika.

W przypadku zastosowania bezpieczników topikowych do zabezpieczenia silników urządzeń sterowych prąd znamionowy wkładki topikowej powinien być o jeden stopień większy, niż wynika to z warunków doboru według prądu rozruchowego silnika elektrycznego.

8.4.3 Silniki elektryczne napędów środków aktywnego sterowania okrętem powinny być zabezpieczone przed skutkami przeciążeń i zwarć. Zabezpieczenia przeciążeniowe powinny sygnalizować przeciążenie świetlnie i dźwiękowo oraz powodować wyłączenie silnika elektrycznego przy przeciążeniach podanych w 8.3.2.

Zabezpieczenia zwarciove powinny spełniać wymagania 8.4.2.

8.5 Zabezpieczenia transformatorów

8.5.1 Obwody zasilające uzwojenia pierwotne transformatorów powinny być zabezpieczone przed skutkami przeciążeń i zwarć.

Transformatory o mocy do 6,3 kVA mogą być zabezpieczone tylko bezpiecznikami topikowymi.

Dla przekładników napięciowych i transformatorów zasilających obwody sterowania można nie stosować ani zabezpieczenia przeciążeniowego, ani sygnalizacji przeciążenia.

8.5.2 Transformatory przeznaczone do pracy równoległej należy wyposażyć w łączniki odłączające ich uzwojenie pierwotne i wtórne, przy czym odłączanie może nie być równoczesne.

Jeżeli transformatory te są zasilane z różnych sekcji rozdzielnicy głównej, które w czasie eksploatacji mogą być odłączane, to należy zastosować blokadę uniemożliwiającą pracę równoległą transformatorów zasilanych z rozdzielonych sekcji.

8.5.3 Przekładniki prądowe powinny być tak podłączone, aby uniemożliwione było rozwarcie uzwojenia wtórnego przy przełączaniu obwodów.

8.6 Zabezpieczenia akumulatorów

8.6.1 Baterie akumulatorów, z wyjątkiem baterii przeznaczonych do rozruchu silników spalinyowych, powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć.

8.6.2 Każdy układ ładowania akumulatorów powinien mieć zabezpieczenie przed rozładowaniem baterii na skutek obniżenia lub zaniku napięcia na wyjściu z urządzenia ładującego.

8.7 Zabezpieczenia lamp kontrolnych, woltomierzy, kondensatorów i cewek napięciowych aparatów

8.7.1 Lampy kontrolne oraz przyrządy pomiarowe i rejestrujące powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć lub powinny być wyposażone w urządzenia ograniczające prąd zwarciov.

Lampy kontrolne mogą nie mieć indywidualnych zabezpieczeń przed skutkami zwarć lub urządzeń ograniczających prąd zwarciov, jeżeli spełnione są poniższe wymagania:

- .1 lampy zasilane są z obwodów znajdujących się wewnątrz obudowy urządzenia;
- .2 zabezpieczenie obwodu zasilającego urządzenie nie przekracza 25 A;
- .3 uszkodzenie w obwodzie lampy nie może spowodować przerwy w pracy ważnego urządzenia.

Zabezpieczenia zwarciovie i urządzenia ograniczające prąd zwarciov należy umieszczać możliwie blisko zacisków od strony zasilania.

8.7.2 Kondensatory ochrony radioelektrycznej, przyłączane w obwodach prądnic, rozdzielnic głównych i awaryjnych oraz ważnych urządzeń, powinny mieć zabezpieczenia przed skutkami zwarć.

8.7.3 Cewki napięciowe aparatów i urządzeń sterowniczych oraz zabezpieczających powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć, lecz mogą nie mieć indywidualnych zabezpieczeń, jeżeli spełnione są poniższe warunki:

- .1 cewki znajdują się we wspólnej obudowie urządzenia, mają wspólne zabezpieczenia i należą do układu sterowania jednego urządzenia;
- .2 cewki zasilane są z obwodu urządzenia, którego zabezpieczenie nie przekracza 25 A.

8.8 Zabezpieczenia urządzeń energoelektronicznych

8.8.1 Energoelektroniczne urządzenia półprzewodnikowe należy zabezpieczyć przed przepięciami wewnętrznymi i zewnętrznymi.

8.8.2 Bloki elementów półprzewodnikowych powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć.

Zabezpieczenia diod i tyrystorów powinny być niezależne od zabezpieczeń odbiorników, które obsługują.

8.8.3 Jeżeli układ półprzewodnikowy zasila tylko jeden odbiornik, to bloki diod i tyrystorów oraz odbiornik mogą być zabezpieczone wspólnie.

8.9 Zabezpieczenia w obwodach awaryjnych

8.9.1 Awaryjne źródła energii elektrycznej powinny być zabezpieczone tylko przed skutkami zwarć. Jeżeli awaryjnym źródłem jest prądnic z niezależnym napędem, to w centralnym stanowisku sterowania oraz w rozdzielnicy awaryjnej należy zastosować świetlną i dźwiękową sygnalizację jej przeciążenia.

8.9.2 W obwodach zasilania rozdzielnicy awaryjnej oraz w obwodach zasilania odbiorników awaryjnych nie należy stosować urządzeń zabezpieczających, uniemożliwiających natychmiastowe ponowne załączenie po ustąpieniu przyczyny zadziałania zabezpieczenia.

9 AWARYJNE ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ I ROZDZIAŁ ENERGII ZE ŹRÓDEŁ AWARYJNYCH

9.1 Wymagania ogólne

9.1.1 Instalowanie awaryjnego źródła energii elektrycznej na okrętach podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez Centralę PRS. Jeżeli przewiduje się zainstalowanie awaryjnego źródła energii elektrycznej, to powinno ono spełniać wymagania niniejszego rozdziału.

9.1.2 Awaryjnym źródłem energii elektrycznej może być prądnica z niezależnym napędem lub bateria akumulatorów.

9.1.3 Moc awaryjnego źródła energii elektrycznej powinna być wystarczająca do zasilania wszystkich odbiorników, których jednoczesna praca jest wymagana dla zapewnienia bezpieczeństwa okrętu w czasie awarii.

Jeżeli do przywrócenia napędu okrętu ze stanu bezenergetycznego niezbędna jest energia elektryczna, to awaryjne źródło energii elektrycznej powinno mieć moc wystarczającą dla zapewnienia zasilania potrzebnych odbiorników w czasie 30 min od zaniku napięcia. Zmagazynowana energia rozruchowa awaryjnego zespołu prądotwórczego nie może być bezpośrednio użyta do uruchomienia napędu głównego, podstawowego źródła energii elektrycznej i związanych mechanizmów pomocniczych (wyłączając awaryjny zespół prądotwórczy).

Stan bezenergetyczny należy rozumieć jako sytuację, w której cały zespół napędowy okrętu łącznie z zespołami prądotwórczymi nie pracuje, a urządzenia służące do rozruchu silnika głównego i silników pomocniczych, takie jak zbiorniki powietrza rozruchowego lub baterie rozruchowe, są rozładowane. Nie pracuje awaryjny zespół prądotwórczy, lecz jest gotowy do użycia.

9.1.4 Należy zapewnić środki umożliwiające sprawdzanie wszystkich urządzeń awaryjnych, łącznie z urządzeniami automatycznego rozruchu.

9.1.5 W CSS lub w rozdzielnicy głównej należy umieścić wskaźnik informujący o rozładowaniu dowolnej baterii akumulatorów, stanowiącej awaryjne lub tymczasowe awaryjne źródło energii.

9.2 Pomieszczenia awaryjnych źródeł energii elektrycznej

9.2.1 Pomieszczenia awaryjnych źródeł energii elektrycznej, przynależnych transformatorów (jeżeli są stosowane), tymczasowych awaryjnych źródeł energii, rozdzielnicy awaryjnej i rozdzielnicy oświetlenia awaryjnego powinny być usytuowane powyżej najwyższego pokładu ciągłego poza obrysem szybów maszynowych i za grodzią zderzeniową.

Wyjścia z tych pomieszczeń powinny być łatwo dostępne i prowadzić bezpośrednio na otwarty pokład.

9.2.2 Usytuowanie awaryjnych źródeł energii elektrycznej, przynależnych transformatorów (jeżeli są stosowane), tymczasowych awaryjnych źródeł energii, rozdzielnicy awaryjnej i rozdzielnicy oświetlenia awaryjnego względem podstawowych źródeł energii elektrycznej, przynależnych transformatorów i rozdzielnic głównych powinno być takie, by pożar lub inna awaria w pomieszczeniu podstawowego źródła energii elektrycznej, przynależnych transformatorów, rozdzielnicy głównej, a także w dowolnym pomieszczeniu maszynowym kategorii A, nie spowodowały zakłóceń w zasilaniu, sterowaniu i rozdziale energii elektrycznej ze źródła awaryjnego.

9.2.3 Pomieszczenia awaryjnych źródeł energii elektrycznej, przynależnych transformatorów, tymczasowych awaryjnych źródeł energii, rozdzielnicy awaryjnej i rozdzielnicy oświetlenia awaryjnego nie powinny, w miarę możliwości, przylegać do przedziałów maszynowo-kotłowych kategorii A lub pomieszczeń podstawowego źródła energii elektrycznej, przynależnych transformatorów i rozdzielnic głównych.

Jeżeli takie rozmieszczenie nie jest możliwe, pokłady i grodzie rozdzielające pomieszczenia powinny spełniać wymagania dla stanowisk dowodzenia, zawarte w *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*.

9.2.4 Rozdzielnica awaryjna powinna być zainstalowana możliwie blisko awaryjnego źródła energii elektrycznej.

9.2.5 Jeżeli awaryjnym źródłem energii elektrycznej jest prądnica z niezależnym napędem, to rozdzielnica awaryjna powinna być umieszczona w tym samym pomieszczeniu, o ile nie wpływa to ujemnie na działanie rozdzielnic.

W pomieszczeniu tym powinny znajdować się również wszystkie urządzenia rozruchowe, ładujące i akumulujące energię, przeznaczone do rozruchu zespołu awaryjnego.

9.2.6 Pomieszczenie zespołu awaryjnego powinno być ogrzewane w celu zapewnienia temperatury odpowiedniej do sprawnego uruchamiania zespołu oraz wentylowane zgodnie z wymaganiami 11.4.7 *Części VI – Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*.

9.2.7 Bateria akumulatorów będąca awaryjnym lub tymczasowym awaryjnym źródłem energii elektrycznej oraz rozdzielnica awaryjna powinny znajdować się w oddzielnych pomieszczeniach.

Pomieszczenie baterii akumulatorów powinno odpowiadać wymaganiom zawartym w 13.2.

9.3 Awaryjne źródła energii elektrycznej

9.3.1 Na okrętach o wyporności 200 ton i większej, nieograniczonego rejonu żeglugi i ograniczonego I – awaryjne źródła energii elektrycznej, o ile są zainstalowane, powinny być zdolne do równoczesnego zasilania w ciągu 18 godzin następujących odbiorników:

- .1 oświetlenia awaryjnego:
 - .1 wszystkich korytarzy, schodów i wyjść z pomieszczeń mieszkalnych i służbowych oraz kabin dźwigów osobowych i ich szybów;
 - .2 pomieszczeń maszynowych i zespołów prądotwórczych;
 - .3 wszystkich stanowisk sterowania oraz rozdzielnic głównej i awaryjnej;
 - .4 pomieszczenia awaryjnego zespołu prądotwórczego;
 - .5 głównego stanowiska dowodzenia;
 - .6 kabiny nawigacyjnej i kabiny radio (łączości);
 - .7 miejsc składowania sprzętu awaryjnego, sprzętu pożarniczego i usytuowania ręcznych przycisków sygnalizacji pożarowej;
 - .8 pomieszczenia urządzenia sterowego;
 - .9 miejsc obsługi pomp pożarowych, awaryjnych pomp zęzowych i pomp instalacji tryskaczowej;
 - .10 hangarów i lądowisk dla śmigłowców;
 - .11 pomieszczeń żyrokompasów;
 - .12 pomieszczeń szpitalnych;
- .2 latarni sygnałowo-pozycyjnych, latarni „nie odpowiadam za swoje ruchy” oraz innych latarni wymaganych w *Międzynarodowych przepisach o zapobieganiu zderzeniom na morzu* (Konwencja COLREG);
- .3 środków łączności wewnętrznej, rozgłośni dyspozycyjno-manewrowych i sygnalizacji alarmu ogólnego;
- .4 wyposażenia radiowego i nawigacyjnego;
- .5 instalacji wykrywczej pożaru;
- .6 lampy sygnalizacji dziennej, dźwiękowych środków sygnalizacyjnych (gongi, gwizdki, itp.), sygnalizacji przywołania i wszystkich sygnalizacji wymaganych w stanach awaryjnych;

- .7 odpowiedniej liczby pomp pożarowych zasilanych ze źródła awaryjnego i urządzeń elektrycznych zapewniających pracę wytwornic pianowych wymienionych w rozdziale 6 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*;
- .8 odpowiedniej liczby pomp zęzowych zasilanych ze źródła awaryjnego;
- .9 innych odbiorników, których praca będzie uznana przez PRS za niezbędną do zapewnienia bezpieczeństwa okrętu i znajdujących się na nim ludzi.

Odbiorniki wymienione w 9.3.1.3 – 9.3.1.6 mogą być zasilane z własnych baterii akumulatorów, za instalowanych zgodnie z 9.2 i o pojemności wystarczającej do ich zasilania w ciągu 18 godzin.

Na okrętach o wyporności 200 ton i większej, rejonów żeglugi **II** i **III**, wymagany czas 18 godzin może być skrócony za zgodą Centrali PRS do 12 godzin.

Na okrętach o wyporności mniejszej niż 200 ton, nieograniczonego rejonu żeglugi i ograniczonego **I**, wymagany czas 18 godzin może być skrócony za zgodą Centrali PRS do 6 godzin, a rejonów żeglugi **II** i **III** do 3 godzin.

9.3.2 Awaryjne źródło energii elektrycznej powinno zapewnić w ciągu 3 godzin zasilanie oświetlenia awaryjnego stanowisk przy łodziach i tratwach ratunkowych oraz przestrzeni zaburtowych przy tych stanowiskach.

9.3.3 Awaryjne źródło energii elektrycznej powinno zapewnić awaryjne zasilanie urządzenia sterowego.

9.3.4 Jeżeli awaryjnym źródłem energii elektrycznej jest prądnica z niezależnym napędem, to powinna ona:

- .1 być napędzana silnikiem spalinowym (patrz 2.1 z Części VII – *Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe*);
- .2 uruchamiać się automatycznie przy zaniku napięcia w sieci podstawowej oraz automatycznie załączać się na szyny rozdzielnic awaryjnej, a zasilanie wyszczególnionych w 9.3.7 odbiorników powinno być załączane automatycznie. Łączny czas rozruchu i przejęcia obciążenia przez prądnicę nie może przekroczyć 45 sekund;
- .3 być uzupełniona o tymczasowe awaryjne źródło energii elektrycznej, jeżeli czas automatycznego rozruchu i przejęcia obciążenia wymagany w .2 przekracza 45 sekund.

9.3.5 Jeżeli awaryjnym źródłem energii elektrycznej jest bateria akumulatorów, to powinna ona:

- .1 pracować bez doładowania przez cały okres rozładowania przy zmianach napięcia na zaciskach w granicach $\pm 12\%$ napięcia znamionowego;
- .2 automatycznie załączać się na szyny rozdzielnic awaryjnej przy zaniku napięcia w sieci podstawowej i bezzwłocznie zasilac co najmniej odbiorniki wymienione w 9.3.7.

9.3.6 Jako tymczasowe awaryjne źródło energii elektrycznej, wymagane w 9.3.4.3, należy stosować baterię akumulatorów, która powinna pracować bez doładowania przez cały okres rozładowania przy zmianach napięcia na zaciskach w granicach $\pm 12\%$ napięcia znamionowego.

9.3.7 Pojemność baterii będącej tymczasowym awaryjnym źródłem energii elektrycznej powinna być taka, aby zapewnić w ciągu 30 minut zasilanie następujących odbiorników:

- .1 oświetlenia wymienionego w 9.3.1.1 i 9.3.1.2 oraz latarni sygnałowo-pozycyjnych wg 9.3.2;
- .2 wszystkich środków łączności wewnętrznej i sygnalizacji wymaganej w stanach awaryjnych;
- .3 instalacji wykrywczej pożaru i sygnalizacji alarmu ogólnego;
- .4 lampy sygnalizacji dziennej, dźwiękowych środków sygnalizacyjnych (gwizdki, gongi, itp.).

Odbiorniki wymienione w .2, .3 i .4 mogą nie być zasilane ze źródła tymczasowego, jeżeli wyposażone są we własne baterie akumulatorów, zapewniające ich zasilanie w ciągu wymaganego czasu.

9.3.8 Podczas przełączenia z podstawowego źródła energii elektrycznej na źródło awaryjne, odbiorniki wymagające ciągłego zasilania powinny być zasilane poprzez układ zasilania bezprzerwowego.

9.4 Rozdział energii elektrycznej ze źródeł awaryjnych

9.4.1 W normalnych warunkach eksploatacyjnych rozdzielnica awaryjna powinna być zasilana z rozdzielnic głównej. Obwód zasilający rozdzielnicę awaryjną z rozdzielnic głównej powinien być zabezpieczony przed skutkami zwarć i przeciążeń w rozdzielnic głównej. W rozdzielnic awaryjnej należy zainstalować łącznik umożliwiający automatyczne odłączenie tego obwodu przy zaniku napięcia w sieci podstawowej.

Gdy przewidziana jest również możliwość zasilania rozdzielnic głównej z rozdzielnic awaryjnej, to obwód zasilający powinien być zabezpieczony w rozdzielnic awaryjnej co najmniej przed skutkami zwarć.

9.4.2 Jeżeli okręt znajduje się w morzu, awaryjny zespół prądotwórczy może być używany, przez krótki czas, do zasilania odbiorników innych niż wymienione w 9.3.1, 9.3.2 i 9.3.3 w następujących przypadkach:

- .1 zaniku napięcia;
- .2 stanu bezenergetycznego;
- .3 rutynowych prób zespołu;
- .4 krótkotrwałej pracy równoległej z głównym źródłem energii elektrycznej w celu przejęcia obciążenia.

9.4.3 Podczas postoju okrętu w porcie awaryjny zespół prądotwórczy może być używany, wyjątkowo i przez krótki czas, do zasilania odbiorników nie wymienionych w 9.3.1, 9.3.2, 9.3.3, jeżeli spełnione są następujące wymagania:

- .1 w celu zabezpieczenia prądnicy lub jej silnika napędowego przed przeciążeniem należy zapewnić rozwiązanie umożliwiające automatyczne odłączenie odpowiednich odbiorników nieawaryjnych, tak aby była zapewniona ciągłość zasilania odbiorników awaryjnych;
- .2 silnik napędowy powinien być wyposażony w instalacje zapewniające jego prawidłową pracę, w tym w filtry paliwa i oleju smarnego, układy kontrolne i bezpieczeństwa w zakresie takim, jaki jest wymagany dla silników napędowych podstawowych zespołów prądotwórczych, przeznaczonych do pracy bezwachtowej;
- .3 zbiornik paliwa zasilającego silnik napędowy powinien być wyposażony w alarm niskiego poziomu, ustawiony na poziomie zapewniającym dostateczną ilość paliwa do zasilania odbiorników awaryjnych w czasie wg 9.3.1;
- .4 silnik napędowy powinien być zaprojektowany i wykonany dla pracy ciągłej oraz powinien być objęty systemem planowanego utrzymania, zapewniającym jego stałą zdolność do użycia w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnej, gdy okręt jest w morzu;
- .5 w pomieszczeniu awaryjnego zespołu prądotwórczego i rozdzielnic awaryjnej należy zainstalować czujniki sygnalizacji wykrywczej pożaru;
- .6 należy zapewnić aparaturę sterowniczą umożliwiającą łatwe przełączenie zespołu prądotwórczego na pracę awaryjną;
- .7 obwody zasilające, sterownicze i alarmowe powinny być tak wykonane i zabezpieczone, aby żadne uszkodzenie elektryczne nie wpłynęło na pracę urządzeń zasilanych z rozdzielnic głównej i awaryjnej.

Jeżeli jest to konieczne dla bezpiecznej pracy, to między rozdzielnicą awaryjną i główną należy zainstalować rozłączniki.

9.4.4 Na okręcie powinny znajdować się instrukcje zawierające informacje o właściwej pozycji wszystkich urządzeń sterowniczych (np. zaworów, wyłączników), wymaganej dla niezależnej pracy awaryjnej awaryjnego zespołu prądotwórczego i rozdzielnic awaryjnej, gdy okręt jest w morzu.

Instrukcje takie powinny zawierać również informacje na temat wymaganego poziomu paliwa w zbiorniku, pozycji przełącznika „port/morze” (jeżeli został zainstalowany), otworów wentylacyjnych, itp.

9.4.5 Odbiorniki wymienione w 9.3.1.1 powinny być zasilane oddzielnymi obwodami bezpośrednio z szyn rozdzielnic awaryjnej, wyposażonej w odpowiednie zabezpieczenia i łączniki. Odbiorniki wymienione w 9.3.1.2 – 9.3.1.6 mogą być zasilane z pulpitu sterowniczo-kontrolnego ruchu okrętu, umieszczonego na głównym stanowisku dowodzenia i zasilanego zgodnie z 4.4.2.

9.4.6 W przypadku zainstalowania tymczasowego awaryjnego źródła energii elektrycznej, odbiorniki wymienione w 9.3.7 powinny być zasilane poprzez specjalną rozdzielnicę, bez łączników w obwodach zasilających odbiorniki.

9.4.7 Kable zasilające odbiorniki awaryjne należy tak prowadzić, aby zatopienie odbiorników poniżej pokładu grodziowego nie pozbawiło zasilania odbiorników zainstalowanych powyżej tego pokładu.

9.4.8 Urządzenia rozdzielcze odbiorników awaryjnych powinny znajdować się powyżej pokładu grodziowego, za grodzią zderzeniową.

9.5 Urządzenia rozruchowe awaryjnych zespołów prądotwórczych

9.5.1 Jako urządzenia rozruchowe awaryjnych zespołów prądotwórczych mogą być stosowane następujące układy posiadające trwale zmagazynowaną energię:

- .1 elektryczny układ rozruchowy z własną baterią akumulatorów i układem ładowania zasilanym z rozdzielnic awaryjnej;
- .2 hydrauliczny układ rozruchowy zasilany z rozdzielnic awaryjnej;
- .3 pneumatyczny układ rozruchowy zasilany z głównego lub pomocniczego zbiornika sprężonego powietrza poprzez zawór zwrotny lub z awaryjnej sprężarki powietrza, zasilanej z rozdzielnic awaryjnej.

9.5.2 Każdy awaryjny zespół prądotwórczy z automatycznym rozruchem powinien być wyposażony w urządzenie rozruchowe typu zaakceptowanego przez PRS, z zapasem energii wystarczającym na co najmniej trzy kolejne rozruchy. Oprócz tego należy zapewnić drugie źródło energii umożliwiające wykonanie dodatkowych trzech rozruchów w ciągu 30 minut lub przewidzieć urządzenie z napędem ręcznym.

9.5.3 Jeżeli automatyczny rozruch awaryjnego zespołu prądotwórczego nie jest wymagany, można zastosować rozruch ręczny przy użyciu korby rozruchowej, bezwładnościowego urządzenia rozruchowego, akumulatorów hydraulicznych ładowanych ręcznie, ładunków prochowych – pod warunkiem potwierdzenia jego skuteczności.

Gdy rozruch ręczny okaże się praktycznie niemożliwy, urządzenia rozruchowe powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w 9.5.1 i 9.5.2, przy czym dopuszcza się możliwość ręcznego zainicjowania rozruchu.

9.5.4 Jeżeli do rozruchu awaryjnego zespołu prądotwórczego zastosowano tylko elektryczny układ rozruchowy z własną baterią akumulatorów, to jako rezerwowe źródło energii do rozruchu należy zapewnić drugą baterię akumulatorów, z zapasem energii odpowiadającym wymaganiom 9.5.2.

9.5.5 Awaryjne zespoły prądotwórcze powinny być zdolne do łatwego rozruchu ze stanu zimnego przy niskich temperaturach dodatnich, sięgających 0 °C. Jeżeli jest to niewykonalne lub gdy prawdopodobne jest wystąpienie temperatur ujemnych, należy w celu ułatwienia rozruchu zastosować układ grzewczy.

10 MASZYNY ELEKTRYCZNE

10.1 Wymagania ogólne

10.1.1 Prądnice i silniki elektrycznego napędu głównego, a w uzasadnionych przypadkach i inne maszyny elektryczne, powinny mieć podgrzewanie zapewniające podtrzymywanie temperatury o co najmniej 3 °C wyższej od temperatury otaczającego powietrza.

10.1.2 Prądnice wałowe powinny mieć dzielone stojany i tarcze łożyskowe, wtedy gdy ustawienie ich w linii wału uniemożliwia przesunięcie osiowe stojana względem wirnika w celu zapewnienia dostępu do uzwojeń.

Prądnice takie powinny mieć szczelinę powietrzną dostatecznie dużą, aby wykluczona była możliwość mechanicznego zetknięcia się stojana i wirnika w najmniej korzystnych warunkach pracy.

10.1.3 Maszyny elektryczne prądu stałego i przemiennego powinny bez uszkodzeń i trwałych odkształceń wytrzymać zwiększoną prędkość obrotową w ciągu 2 minut. Wymaganie to dotyczy odpowiednio:

- .1 prądnic, przetwornic maszynowych, sprzęgieł elektrycznych i hamulców – 120% znamionowej prędkości obrotowej, lecz co najmniej o 3% więcej od największej prędkości obrotowej, która może wystąpić w stanie nieustalonym (przejściowym);
- .2 silników szeregowych – 120% największej dopuszczalnej prędkości obrotowej podanej na tabliczce znamionowej, jednak nie mniej niż 150% znamionowej prędkości obrotowej;
- .3 wszystkich pozostałych silników (poza wymienionymi wyżej) – 120% największej prędkości obrotowej przy biegu jałowym.

10.1.4 Jeżeli maszyna jest tak skonstruowana, że po jej zainstalowaniu na okręcie dolna jej część będzie znajdować się poniżej podłogi, to wlot powietrza chłodzącego do jej wentylacji nie powinien być w dolnej części maszyny.

10.1.5 Wymagania dotyczące prób maszyn elektrycznych są podane w wydanej przez PRS *Publikacji 42/P – Próby maszyn elektrycznych*.

10.2 Pierścienie, komutatory, szczotki

10.2.1 Maszyny elektryczne prądu stałego przeznaczone do napędu głównego i maszyny elektryczne prądu stałego o mocy 200 kW i większej należy wyposażyć we wzierniki umożliwiające obserwację stanu komutatora i szczotek bez konieczności demontażu pokryw.

10.2.2 Dopuszczalne zużycie komutatora lub pierścieni ślizgowych powinno być oznaczone na ich czołowej stronie.

Dopuszczalna wartość zużycia nie powinna być mniejsza niż 20% wysokości wycinków komutatorowych lub pierścieni ślizgowych.

10.2.3 Należy przewidzieć możliwość mechanicznej obróbki komutatora/ pierścieni ślizgowych bez wyjmowania wirnika z maszyny, jeżeli masa wirnika przekracza 1000 kg.

10.2.4 Odprowadzenie prądu ze szczotki, jak również doprowadzenie prądu do szczotki, powinno odbywać się za pomocą giętkiej miedzianej linki, a nie poprzez sprężynę szczotkotrzymacza.

10.2.5 W maszynach elektrycznych prądu stałego należy wyraźnie i trwale oznaczyć prawidłowe ustawienie szczotek.

Maszyny prądu stałego powinny być tak wykonane, aby położenie szczotek było stałe, niezależnie od aktualnego stanu pracy.

10.2.6 Maszyny elektryczne komutatorowe i pierścieniowe powinny pracować praktycznie bez iskrzenia przy dowolnej wartości obciążenia w granicach od biegu jałowego do obciążenia znamionowego.

Przy dopuszczalnych przeciążeniach, nawrotach i rozruchu nie powinno występować iskrzenie w stopniu powodującym uszkodzenie szczotek lub komutatora.

10.3 Łożyska

10.3.1 Konstrukcja łożysk powinna wykluczyć rozbryzgiwanie i rozplływanie się oleju wzdłuż wału i jego przedostawanie się na uzwojenia maszyny lub na części znajdujące się pod napięciem.

10.3.2 Korpusy łożysk ślizgowych powinny być zaopatrzone w otwory przelewowe umożliwiające odpływ nadmiaru oleju oraz we wziernik do kontroli poziomu oleju, a maszyny o mocy 100 kVA lub większej powinny mieć zainstalowany wskaźnik poziomu oleju.

10.3.3 Instalacje smarowania obiegowego pod ciśnieniem należy wyposażyć w urządzenia do kontroli ciśnienia oleju podawanego do łożyska.

10.3.4 Należy przedsięwziąć środki zapobiegające przepływowi prądów błędnych przez łożyska maszyn.

10.3.5 Łożyska prądnic napędzanych pasami lub łańcuchami przez główny układ napędowy okrętu powinny być skonstruowane z uwzględnieniem sił wynikających z naciągu poprzecznego.

10.4 Czujniki temperaturowe

10.4.1 Stojany maszyn prądu przemiennego o mocy większej niż 5000 kVA lub o długości poosiowej czynnego żelaza większej niż 1000 mm należy wyposażyć w czujniki temperatury rozmieszczone w tych miejscach, w których można spodziewać się wystąpienia najwyższych temperatur.

10.4.2 W silnikach elektrycznych przeznaczonych do pracy dorywczej lub przerywanej zaleca się stosowanie wbudowanych czujników temperatury.

10.4.3 W silnikach elektrycznych napędu wciągarek kotwicznych zaleca się stosować wbudowane czujniki temperaturowe. Czujniki należy tak dobierać, aby powodowały wyłączenie napędu, gdy przyrost temperatury dopuszczalny dla zastosowanej izolacji zostanie przekroczony o więcej niż 30%.

Zaciski przewodów wyprowadzonych z czujników należy umieszczać w łatwo dostępnym miejscu.

10.5 Przeciążenia

10.5.1 Prądnice powinny mieć taką konstrukcję, aby po nagrzaniu do temperatury ustalonej, odpowiadającej obciążeniu znamionowemu, mogły wytrzymać przeciążenie prądem o wartości podanej w tabeli 10.5.1.

Tabela 10.5.1

Lp.	Rodzaj prądnicy	Przeciążenie prądem, [%]	Czas trwania przeciążenia, [s]
1	Prądu przemiennego	50	120
2	Prądu stałego	50	15

10.5.2 Silniki elektryczne powinny mieć taką konstrukcję, aby mogły rozwijać bez zatrzymania się lub gwałtownej zmiany prędkości obrotowej zwiększone momenty obrotowe o wartości podanej w tabeli 10.5.2.

Tabela 10.5.2

Lp.	Rodzaj silnika	Przeciążenie momentem, [%]	Czas trwania przeciążenia, [s]	Warunki próby
1	Wielofazowe synchroniczne oraz indukcyjne klatkowe o prądzie rozruchowym nie przekraczającym 4,5-krotnej wartości prądu znamionowego	50	15	Częstotliwość, napięcie i wzbudzenie należy utrzymywać na poziomie wartości znamionowych
2	Indukcyjne wielofazowe przy pracy ciągłej i przerywanej	60	15	Częstotliwość i napięcie należy utrzymywać na poziomie wartości znamionowych
3	Jak w lp. 2, lecz przy pracy dorywczej i pracy ciągłej ze zmiennym obciążeniem	100	15	Jak wyżej
4	Prądu stałego	50	15	Napięcia należy utrzymywać na poziomie wartości znamionowych

10.6 Prądnice prądu przemiennego

10.6.1 Wymagania ogólne

10.6.1.1 Każda prądnica prądu przemiennego powinna mieć oddzielny niezależny układ do samoczynnej regulacji napięcia.

10.6.1.2 Uszkodzenia w układzie automatycznej regulacji napięcia prądnic nie powinny powodować powstania niedopuszczalnie wysokich napięć na zaciskach prądnic.

10.6.1.3 Prądnice prądu przemiennego powinny mieć zapas wzbudzenia dostateczny do utrzymania w przeciągu 2 minut napięcia znamionowego z tolerancją do 10%, przy przeciążeniu prądnicy prądem równym 150% prądu znamionowego i współczynnika mocy równym 0,6.

10.6.1.4 Prądnice prądu przemiennego o mocy 50 kVA i większej wraz z ich układami wzbudzenia i regulacji napięcia powinny przy zwarcia wytrzymać trzykrotny prąd znamionowy przez okres co najmniej 2 sekund.

10.6.1.5 Wartość szczytowa prądu zwarcia prądnic synchronicznych przy zwarcu trójfazowym w czasie pracy przy napięciu znamionowym nie powinna przekraczać 15-krotnej wartości szczytowej prądu znamionowego.

10.6.2 Regulacja napięcia

10.6.2.1 Prądnice prądu przemiennego powinny mieć układ regulacji napięcia tak dopasowany do charakterystyk regulacyjnych ich silników napędowych, aby przy zmianach obciążenia od biegu jałowego do obciążenia znamionowego, przy znamionowym współczynnika mocy, utrzymywane było napięcie znamionowe z tolerancją do $\pm 2,5\%$ (w przypadku zespołów awaryjnych – do $\pm 3,5\%$).

Dla prądnic podstawowych dopuszczalne jest utrzymanie stałości napięcia w granicach $\pm 3,5\%$ wartości znamionowej przy zmianach współczynnika mocy w zakresie od 0,6 do 0,9 z wyjątkiem współczynnika znamionowego.

Powyzsze wymaganie dotyczy pracy zespołu prądotwórczego przy znamionowej prędkości obrotowej i znamionowym obciążeniu prądnicy.

10.6.2.2 Nagła zmiana symetrycznego obciążenia prądnicy, pracującej ze znamionową prędkością obrotową i przy znamionowym napięciu oraz przy istniejącym obciążeniu i współczynnika mocy, nie powinna spowodować obniżenia napięcia do wartości niższej niż 85%, ani podwyższenia do wartości wyższej niż 120% napięcia znamionowego.

Po takiej zmianie napięcie prądnicy powinno być przywrócone do wartości znamionowej z tolerancją $\pm 3\%$ po upływie czasu nie dłuższym niż 1,5 sekundy. Dla zespołów awaryjnych wartości te mogą być zwiększone do $\pm 4\%$ napięcia znamionowego i do 5 sekund.

Jeżeli brak dokładnych danych dotyczących wartości załączonego nagle obciążenia prądnicy, można przyjąć wartość załączonego nagle obciążenia równą 60% prądu znamionowego, przy indukcyjnym współczynniku mocy nie większym niż 0,4, załączanego przy biegu jałowym, a następnie odłączonego.

10.7 Prądnice prądu stałego

10.7.1 Wymagania ogólne

Prądnice bocznikowe prądu stałego mogą być stosowane tylko w przypadku wyposażenia ich w samoczynne regulatory napięcia.

10.7.2 Regulacja napięcia

10.7.2.1 Regulatory napięcia prądnic szeregowo-bocznikowych powinny zapewniać możliwość obniżenia napięcia biegu jałowego prądnicy nie nagrzanej o co najmniej 10% poniżej napięcia znamionowego, przy uwzględnieniu wzrostu prędkości obrotowej silnika napędowego przy biegu luzem.

10.7.2.2 Ręczne regulatory napięcia powinny być tak wykonane, aby przy obrocie pokręteł w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara następował wzrost napięcia.

10.7.2.3 Regulatory wzbudzenia bocznikowego powinny być tak wykonane, aby przed ich odłączeniem następowało zwieranie uzwojenia wzbudzającego.

10.7.2.4 Prądnice szeregowo-bocznikowe powinny mieć niezależne urządzenie do regulacji napięcia, za pomocą którego można regulować napięcie z dokładnością do $\pm 1\%$ przy mocy prądnicy do 100 kW lub z dokładnością do $\pm 0,5\%$ przy mocy powyżej 100 kW, zarówno w stanie zimnym, jak i nagrzanym oraz przy dowolnym obciążeniu w całym zakresie roboczych obciążeń prądnicy.

10.7.2.5 Zespoły prądotwórcze prądu stałego z prądnicami szeregowo-bocznikowymi powinny mieć takie charakterystyki zewnętrzne prądnic, aby napięcie nagrzanej prądnicy ustawione na wartość znamionową z tolerancją do $\pm 1\%$, przy obciążeniu wynoszącym 20%, zmieniło się o nie więcej niż $\pm 1,5\%$ przy znamionowym obciążeniu prądnic o mocy 50 kW i większej oraz nie więcej niż $\pm 2,5\%$ – dla prądnic o mocy mniejszej.

Zmiana napięcia pomiędzy 20 i 100% znamionowego obciążenia prądnicy szeregowo-bocznikowej nie powinna przekraczać następujących wartości:

- .1 $\pm 3\%$ dla prądnic o mocy od 50 kW wzwyż;
- .2 $\pm 4\%$ dla prądnic o mocy powyżej 15 kW, lecz mniejszej niż 50 kW;
- .3 $\pm 5\%$ dla prądnic o mocy 15 kW i mniejszej.

10.7.2.6 Zespoły prądotwórcze z prądnicami bocznikowymi powinny mieć takie charakterystyki zewnętrzne prądnic i takie samoczynne regulatory napięcia, aby przy zmianie obciążenia od biegu jałowego do obciążenia znamionowego napięcie znamionowe utrzymywało się z tolerancją $\pm 2,5\%$.

10.8 Hamulce elektromagnetyczne

10.8.1 Zadziałanie hamulca (hamowanie) powinno następować przy zaniku napięcia na cewce napędowej.

10.8.2 Obniżenie napięcia o 30% w stosunku do napięcia znamionowego, gdy uzwojenie hamulca jest nagrzane, nie powinno spowodować zahamowania.

- 10.8.3** Hamulce elektromagnetyczne powinny mieć możliwość zwalniania ręcznego.
- 10.8.4** Hamulce elektromagnetyczne powinny mieć co najmniej dwie sprężyny dociskowe.
- 10.8.5** Uzwojenia bocznikowe zwalniaków z uzwojeniami mieszanymi należy tak dobrać, aby mogły utrzymać hamulce w stanie niezahamowanym nawet wtedy, gdy przez uzwojenie szeregowie nie płynie prąd.
- 10.8.6** Uzwojenia bocznikowe hamulców należy tak wykonać lub zabezpieczyć, aby nie mogły być uszkodzone przez przepięcia powstające w czasie ich wyłączenia.
-

11 TRANSFORMATORY

11.1 Wymagania ogólne

11.1.1 Wymagania niniejszego podrozdziału dotyczą transformatorów mocy i transformatorów oświetleniowych wymienionych w 3.3.

11.1.2 Na okrętach należy stosować transformatory suche chłodzone powietrzem. Stosowanie transformatorów innej konstrukcji (np. chłodzonych cieczą) podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez Centralę PRS.

11.1.3 Uzwojenia transformatorów dla napięć pierwotnych i wtórnych powinny być elektrycznie rozdzielone.

11.2 Przeciżenia, zmienność napięcia i praca równoległa

11.2.1 Transformatory powinny wytrzymać przeciążenie równe 10% mocy znamionowej przez okres co najmniej 1 godziny oraz przeciążenie równe 50% mocy znamionowej przez okres co najmniej 5 minut.

11.2.2 Zmienność napięcia pomiędzy biegiem jałowym i obciążeniem znamionowym przy obciążeniu czynnym nie powinna przekraczać 5% dla transformatorów o mocy do 6,3 kVA oraz 2,5% dla transformatorów o mocy większej niż 6,3 kVA.

11.2.3 Transformatory przeznaczone do pracy równoległej powinny mieć zgodne grupy połączeń i jednakowe przekładnie, a ich napięcia zwarcia powinny być takie, aby prąd obciążenia dowolnego transformatora przy pełnym obciążeniu nie różnił się od prądu znamionowego o więcej niż 10% prądu znamionowego.

11.2.4 Przy pracy równoległej moc znamionowa najmniejszego transformatora nie powinna być mniejsza od połowy mocy znamionowej największego transformatora.

12 URZĄDZENIA ENERGOELEKTRONICZNE

12.1 Wymagania ogólne

12.1.1 W urządzeniach energoelektronicznych należy stosować krzemowe elementy półprzewodnikowe. Stosowanie elementów innego rodzaju wymaga uzgodnienia z PRS.

12.1.2 Urządzenia energoelektroniczne, w których straty mocy przekraczają 500 W, powinny mieć podgrzewanie zapewniające utrzymanie temperatury wyższej o co najmniej 3 °C od temperatury otaczającego powietrza.

12.1.3 Urządzenia energoelektroniczne powinny mieć chłodzenie powietrzem (naturalne lub wymuszone).

Zastosowanie chłodzenia cieczą wymaga uzgodnienia z PRS.

12.1.4 W urządzeniach energoelektronicznych z chłodzeniem wymuszonym należy zastosować zabezpieczenia, zapewniające zmniejszenie lub wyłączenie obciążenia przy wyłączonym chłodzeniu oraz uruchomienie sygnalizacji świetlnej i dźwiękowej przekroczenia maksymalnej temperatury dopuszczalnej wewnątrz urządzenia.

12.1.5 Urządzenia energoelektroniczne należy wyposażyć w odpowiednie do ich przeznaczenia przyrządy pomiarowe.

Na skalach przyrządów pomiarowych powinny być oznaczone maksymalne dopuszczalne wartości parametrów. Na skalach mierników temperatury powietrza chłodzącego przy chłodzeniu wymuszonym powinna być wyraźnie oznaczona maksymalna dopuszczalna temperatura tego powietrza.

12.2 Dopuszczalne parametry zniekształceń napięcia

12.2.1 Współczynnik K , dotyczący zniekształceń napięcia sieci okrętowej powodowanych pracą urządzeń energoelektronicznych, nie powinien być większy niż 10%.

Współczynnik zniekształceń K należy określać wg wzoru:

$$K = \frac{1}{U_n} \cdot \sqrt{\sum_{v=2}^n U_v^2} \cdot 100, \quad [\%] \quad (12.2.1)$$

gdzie:

U_n – wartość skuteczna napięcia sieci, [V],

U_v – wartość skuteczna v -tej harmonicznej napięcia, [V],

v – rząd wyższej harmonicznej.

12.2.2 Współczynnik u_w , określający maksymalne względne odchylenie chwilowej wartości napięcia od pierwszej harmonicznej, nie powinien przekraczać 30%.

Współczynnik u_w należy określać wg wzoru:

$$u_w = \frac{\Delta U_m}{\sqrt{2}U_1} \cdot 100, \quad [\%] \quad (12.2.2)$$

gdzie:

ΔU_m – wartość maksymalna odchylenia,

U_1 – wartość skuteczna pierwszej harmonicznej napięcia.

12.2.3 Stosowanie urządzeń energoelektronicznych, powodujących zniekształcenia napięcia przekraczające podane wyżej ograniczenia, wymaga uzgodnienia z PRS.

12.3 Układy sterowania i sygnalizacja

12.3.1 Urządzenia energoelektroniczne powinny mieć sygnalizację świetlną załączenia oraz wyłączenia obwodów siłowych i obwodów sterowania.

12.3.2 Obwody siłowe powinny być elektrycznie oddzielone od obwodów sterowania.

12.3.3 Długostrwała różnica prądów w gałęziach równoległych nie powinna być większa niż 10% wartości prądu średniego.

12.3.4 Uszkodzenie pojedynczego zaworu nie powinno mieć wpływu na pracę urządzenia energoelektronicznego. Należy zastosować automatyczną regulację obciążenia, uniemożliwiającą przekroczenie wartości dopuszczalnych dla poszczególnych zaworów. Uszkodzenie poszczególnych zaworów prostowniczych powinno uruchamiać sygnalizację świetlną i dźwiękową.

12.3.5 Współczynnik asymetrii impulsów sterowniczych układu sterowania przekształtnika ($\Delta\alpha$) należy określać wg wzoru:

$$\Delta\alpha = \delta_k - \frac{360}{n} \quad (12.3.5)$$

gdzie:

δ_k – odległość między impulsami sąsiednich kanałów, stopnie elektryczne;

n – liczba kanałów sterowania.

Współczynnik asymetrii $\Delta\alpha$ nie powinien przekraczać ± 3 stopni elektrycznych w dowolnym punkcie przedziału regulacji.

12.4 Próby i pomiary

12.4.1 Po zainstalowaniu na okręcie układu energoelektronicznego należy poddać go próbom wg programu prób uzgodnionego z PRS.

12.4.2 Poza próbami funkcjonalnymi wynikającymi z przeznaczenia układu należy wykonać, w trakcie prób morskich, pomiary parametrów energii elektrycznej, w tym zniekształceń krzywej napięcia sieci spowodowanych pracą układu przy różnych obciążeniach.

12.4.3 W trakcie eksploatacji okrętu, nie rzadziej niż co 5 lat, należy wykonywać pomiary parametrów (w tym zniekształceń) energii elektrycznej sieci okrętowej, zawierającej układy energoelektroniczne, w przypadku gdy moc znamionowa największego z nich przekracza 50% mocy znamionowej jednego z zespołów prądotwórczych mogących go zasiląć lub gdy moc całkowita wszystkich zainstalowanych układów energoelektronicznych przekracza 30% mocy znamionowej elektrowni okrętowej – w zależności od tego, która z tych wartości jest mniejsza. Analogiczne próby należy wykonywać, gdy sieć okrętowa jest zasilana za pośrednictwem przekształtnika energoelektronicznego, niezależnie od jego mocy.

13 AKUMULATORY

13.1 Wymagania ogólne

13.1.1 Właściwości akumulatorów powinny być co najmniej takie, aby po 28-dobowym postoju bez obciążenia, w temperaturze 25 ± 5 °C, samowyładowanie akumulatorów nie było większe niż 30% pojemności znamionowej dla akumulatorów kwasowych i 25% dla akumulatorów zasadowych.

13.1.2 Naczynia akumulatorów i zamknięcia otworów należy tak wykonywać, aby przy przechylenie naczyń w dowolnym kierunku od pionu o kąt do 40° elektrolit nie wylewał się i nie rozpryskiwał.

Korki należy wykonywać z materiału trwałego i odpornego na działanie elektrolitu. Korek powinien być tak skonstruowany, aby nie dopuszczał do wytworzenia się nadmiernego ciśnienia gazu w akumulatorze.

13.1.3 Należy stosować takie zalewy, które nie zmieniają swoich właściwości i nie ulegają uszkodzeniom przy zmianach temperatury otoczenia w granicach od - 30 °C do + 60 °C.

13.1.4 Materiały stosowane do wykonania skrzyń akumulatorowych powinny być odporne na szkodliwe działanie elektrolitu.

13.1.5 Poszczególne ogniwa umieszczone w skrzyniach należy tak zamocować, aby ich wzajemne przemieszczanie się było niemożliwe.

13.1.6 Stosowanie akumulatorów bezobsługowych podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

13.2 Pomieszczenia akumulatorów

13.2.1 Baterie akumulatorów o napięciu powyżej bezpiecznego oraz baterie o mocy powyżej 2 kW (obliczonej z największego prądu ładowania i napięcia znamionowego) należy umieszczać w specjalnych, dostępnych z pokładu pomieszczeniach lub w odpowiednich skrzyniach ustawionych na pokładzie. Pomieszczenia te powinny być zamkniętymi pomieszczeniami ruchu elektrycznego. Baterie o mocy od 0,2 do 2 kW mogą być ustawiane w skrzyniach lub w szafach umieszczonych wewnątrz kadłuba okrętu.

Baterie akumulatorów przeznaczone do elektrycznego rozruchu silników spalinowych, oprócz awaryjnych zespołów prądotwórczych, mogą być umieszczone w maszynowni w specjalnych skrzyniach lub szafach z dostateczną wentylacją.

Baterie akumulatorów o mocy mniejszej niż 0,2 kW można w zasadzie ustawiać w dowolnym pomieszczeniu z wyjątkiem pomieszczeń mieszkalnych, pod warunkiem że akumulatory będą chronione przed działaniem wody i uszkodzeniami mechanicznymi oraz nie będą wpływać szkodliwie na sąsiednie urządzenia.

PRS może dopuścić umieszczenie baterii w pomieszczeniach mieszkalnych, jeżeli będą to baterie hermetycznie szczelne.

13.2.2 Akumulatorów zasadowych i kwasowych nie należy umieszczać razem, w tym samym pomieszczeniu lub w tej samej skrzyni.

Naczynia i przyrządy przeznaczone dla baterii akumulatorów z różnymi elektrolitami powinny być przechowywane oddzielnie.

13.2.3 Wnętrze pomieszczeń lub skrzyń akumulatorów oraz wszystkie części konstrukcyjne podlegające szkodliwemu działaniu elektrolitu lub gazu powinny być odpowiednio zabezpieczone.

13.2.4 Baterie akumulatorowe oraz poszczególne ogniwa powinny być dobrze zamocowane. Przy ustawianiu ich na stojakach, odległość od pokładu do korków górnego piętra ogniów nie powinna przekraczać 1500 mm.

13.2.5 Przy ustawianiu baterii akumulatorów lub poszczególnych ogniów należy zastosować podkładki i przekładki dystansowe, zapewniające ze wszystkich stron szczeliny dla swobodnej cyrkulacji powietrza o szerokości co najmniej 15 mm.

13.2.6 Na drzwiach wejściowych akumulatorni lub obok nich oraz na skrzyniach z akumulatorami należy umieścić napisy ostrzegające o niebezpieczeństwie wybuchu.

13.3 Ogrzewanie

13.3.1 Akumulatornie, w których podczas eksploatacji temperatura może obniżyć się poniżej + 5 °C, z wyjątkiem skrzyń lub szaf akumulatorowych ustawionych na pokładzie, powinny być ogrzewane. Ogrzewanie akumulatorni może być wykonane kosztem ciepła przyległych pomieszczeń lub grzejnikami wodnymi albo parowymi, umieszczonymi w akumulatorni.

13.3.2 Zawory instalacji grzewczej powinny być umieszczone na zewnątrz akumulatorni.

13.3.3 Do ogrzewania akumulatorni nie należy używać okrętowej instalacji klimatyzacyjnej.

13.4 Wentylacja

13.4.1 Akumulatornie i skrzynie akumulatorów powinny mieć odpowiednią wentylację, zapobiegającą tworzeniu się i gromadzeniu mieszanek wybuchowych.

Instalacja wentylacji powinna odpowiadać wymaganiom podanym w podrozdziale 11.13 z Części VI – *Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*.

13.4.2 Urządzenia do ładowania akumulatorów umieszczonych w akumulatorniach z wentylacją sztuczną powinny umożliwiać ładowanie baterii akumulatorów tylko przy pracującej wentylacji. Ładowanie akumulatorów powinno być tak zaprojektowane, aby wyłączało się samoczynnie w przypadku zatrzymania się wentylatorów. Wentylatory powinny być w wykonaniu przeciwwybuchowym: Exi, Exp, Exd lub Exe (patrz 2.8).

13.5 Ładowanie baterii akumulatorów

13.5.1 Należy przewidzieć urządzenie do ładowania baterii akumulatorów zasilających ważne urządzenia. Urządzenie to powinno umożliwiać naładowanie baterii w czasie nie dłuższym niż 8 godzin. W przypadku zastosowania dodatkowej baterii, zastępującej baterię poddaną ładowaniu – czas ładowania może być dłuższy niż 8 godzin.

13.5.2 Układ ładowania powinien umożliwiać pomiar napięcia na zaciskach baterii oraz pomiar prądu ładowania, a dla awaryjnych źródeł energii – również pomiar prądu rozładowania.

13.5.3 Na okrętach wyposażonych w przenośne lampy akumulatorowe lub akumulatorowe zapasowe latarnie sygnałowo-pozycyjne należy przewidzieć urządzenia do ładowania akumulatorów tych lamp.

13.6 Instalowanie urządzeń elektrycznych w akumulatorni

W akumulatorni nie należy instalować żadnych urządzeń elektrycznych, z wyjątkiem opraw oświetleniowych w wykonaniu przeciwwybuchowym oraz kabli prowadzonych do akumulatorów i opraw oświetleniowych.

Kable prowadzące do akumulatorów i opraw oświetleniowych mogą być układane bez osłon, jeżeli mają metalowy pancerz lub oplot pokryty niemetalową powłoką i pancerz ten lub oplot jest skutecznie uziemiony na obu końcach.

13.7 Rozruch elektryczny silników spalinowych

13.7.1 Liczba baterii rozruchowych



13.7.1.1 Na okręcie, na którym zastosowano elektryczny rozruch silników spalinowych, powinny być zainstalowane (niezależnie od liczby silników spalinowych) co najmniej po dwie baterie akumulatorów rozruchowych do rozruchu silników głównych i do rozruchu silników pomocniczych lub co najmniej dwie baterie wspólne do rozruchu wszystkich silników.

Należy zainstalować stały układ przełączający, zapewniający możliwość wykorzystania dowolnej baterii do rozruchu dowolnego silnika spalinowego z grupy obsługiwanej przez daną baterię i umożliwiającą równoległe połączenie baterii.

13.7.1.2 Baterie rozruchowe mogą być używane tylko do rozruchu i do zasilania układów kontrolnych silników spalinowych, do rozruchu których są przeznaczone. Należy zapewnić ciągłe doładowywanie baterii.

13.7.1.3 Na okrętach z instalacją elektryczną małej mocy można stosować jedną baterię rozruchową, zapewniającą możliwość rozruchu każdego silnika spalinowego.

13.7.2 Charakterystyki baterii

13.7.2.1 Każda bateria rozruchowa powinna być dobrana na prąd rozładowania występujący w czasie rozruchu, odpowiadający maksymalnemu prądowi rozruchowemu rozrusznika elektrycznego o największej mocy.

13.7.2.2 Pojemność każdej baterii powinna być wystarczająca do nie mniej niż 6 rozruchów przygotowanego do rozruchu silnika spalinowego, a w przypadku dwóch lub większej liczby silników – nie mniej niż 3 rozruchów każdego silnika.

Ponadto pojemność baterii powinna być wystarczająca do wykonania w ciągu 30 minut bez doładowania takiej liczby rozruchów silnika głównego, jaka jest wymagana w przypadku rozruchu sprężonym powietrzem (patrz podrozdział 16.1 z Części VI – *Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*).

13.7.2.3 Przy doborze pojemności baterii rozruchowej należy założyć, że czas trwania każdego rozruchu wynosi co najmniej 5 sekund.

13.7.3 Urządzenia do ładowania

13.7.3.1 Zasilanie urządzenia do ładowania baterii rozruchowych powinno być wykonane oddzielnym obwodem z rozdzielnicą główną nawet wówczas, kiedy jest przewidziana możliwość ładowania baterii z prądnicy zawieszanej na silniku spalinowym.

13.7.3.2 Na okrętach z instalacją elektryczną małej mocy można stosować ładowanie baterii akumulatorów rozruchowych tylko z prądnicy zawieszanej na silniku spalinowym.

13.7.3.3 Na okrętach, na których podstawowym źródłem energii elektrycznej są baterie akumulatorów, należy zapewnić ich ładowanie w czasie postoju okrętu z urządzenia do ładowania baterii zasilanego z sieci łądowe.

14 APARATY ELEKTRYCZNE I SPRZĘT INSTALACYJNY

14.1 Aparaty elektryczne

14.1.1 Wymagania ogólne

14.1.1.1 Aparaty elektryczne powinny odpowiadać mającym zastosowanie wymaganiom norm krajowych i międzynarodowych, dotyczących aparatury łączeniowej i zabezpieczającej, w tym norm serii PN-EN 60269, 60947 lub równoważnych, z uwzględnieniem warunków pracy określonych w rozdziale 2.

Dodatkowo aparaty elektryczne powinny spełniać wymagania niniejszego podrozdziału.

14.1.1.2 Aparatura elektryczna dla okrętowych urządzeń specjalnych powinna spełniać wymagania odpowiednich norm wojskowych.

14.1.1.3 Łączniki o stykach wymiennalnych powinny być tak wykonane, aby wymiana styków była możliwa przy stosowaniu normalnych narzędzi i bez konieczności demontażu łącznika lub jego podstawowych podzespołów.

14.1.1.4 Wszystkie łączniki niemanewrowe, z wyjątkiem łączników instalacyjnych kabinowych, należy wyposażyć w mechaniczne lub elektryczne wskaźniki położenia styków.

14.1.1.5 Nastawniki i sterowniki powinny mieć mechanizmy ustalające poszczególne położenia stopni kontaktowych, przy czym położenie zerowe powinno być lepiej wyczuwalne od innych położzeń. Nastawniki i sterowniki należy wyposażyć w skalę oraz we wskaźnik położenia.

14.1.1.6 Aparaty rozruchowo-nastawcze, z wyjątkiem aparatów stosowanych do ciągłej regulacji, należy tak wykonać, aby położenia krańcowe i pośrednie na poszczególnych stopniach sterowania były łatwo wyczuwalne, a ruch poza położenia krańcowe – niemożliwy.

14.1.2 Aparaty z napędem ręcznym

14.1.2.1 Ręczne elementy manipulacyjne aparatów łączeniowych i rozruchowo-regulacyjnych powinny mieć taki kierunek ruchu, aby przy obrocie pokrętła zgodnie z ruchem wskazówek zegara lub przy przesunięciu rękojeści (dźwigni) z dołu do góry lub naprzód następowało załączenie aparatu, rozruch silnika elektrycznego, zwiększenie prędkości obrotowej, wzrost napięcia itp.

Przy sterowaniu urządzeniami podnoszącymi lub opuszczającymi, ruch pokrętła zgodny z kierunkiem ruchu wskazówek zegara lub ruch rękojeści (dźwigni) do siebie powinien powodować podnoszenie, a ruch przeciwny – opuszczanie.

14.1.2.2 Przyciski łączników należy wyposażyć w środki uniemożliwiające ich przypadkowe zadziałanie.

14.1.3 Aparaty z napędem elektromagnetycznym i silnikowym

14.1.3.1 Mechanizm napędowy łączników niemanewrowych z napędem elektromagnetycznym lub silnikowym powinien być tak wykonany, aby w przypadku zaniku energii uruchamiającej napęd, styki łącznika mogły pozostać tylko w położeniu wyłączonym lub załączonym.

14.1.3.2 Napęd elektromagnetyczny lub silnikowy powinien zapewniać prawidłowe załączenie łącznika przy napięciu sterowniczym od 85 do 110% napięcia znamionowego i przy zachowaniu częstotliwości znamionowej (dla prądu przemiennego).

14.1.3.3 Działanie napędu przy 110% znamionowego napięcia sterowniczego nie powinno powodować mechanicznego uszkodzenia łącznika lub nadmiernych odskoków styków, zmniejszających zdolność łączeniową aparatu (powstawania łuku lub zespawania styków). W przypadku styczników elektromagnetycznych powyższe wymaganie powinno być spełnione przy zamykaniu stycznika w temperaturze otoczenia $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ i przy nie nagrzanym uzwojeniu cewki napędowej.

14.1.3.4 Przy 85% znamionowego napięcia sterowniczego napęd powinien zapewniać prawidłowe załączenie łącznika przy znamionowym prądzie załączalnym, w temperaturze otoczenia $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ i uzwojeniu cewki napędowej nagrzanym do temperatury ustalonej.

14.1.3.5 Obniżenie napięcia do wartości 70% znamionowego napięcia sterowniczego nie powinno powodować otwierania lub zmniejszenia docisku styków ruchomych poniżej minimalnie wymaganego w temperaturze otoczenia $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ i przy nagrzanym uzwojeniu cewki napędowej.

14.1.3.6 Łączniki niemanewrowe z napędem elektromagnetycznym lub silnikowym należy wyposażać w urządzenia umożliwiające ręczne sterowanie.

14.1.4 Cewki

14.1.4.1 Mocowanie przewodu lub zacisku do uzwojenia cewki powinno być tak wykonane, aby naprężenia przyłączonego przewodu nie przenosiły się na wewnętrzne zwoje cewki. Wyprowadzenie z cewek napięciowych należy wykonywać giętkim przewodem wielodrutowym, z wyjątkiem tych przypadków, gdy elementy stykowe mocowane są bezpośrednio do karkasu cewki.

14.1.4.2 Cewki aparatów elektromagnetycznych należy cechować, podając ich wielkości charakterystyczne.

14.1.5 Elementy oporowe

14.1.5.1 Elementy oporowe powinny być łatwo wymienne sekcjami lub w całości.

14.1.5.2 Oporniki należy tak umieszczać i przewidzieć dla nich taką wentylację, aby nie powodowały nagrzewania się innych urządzeń do temperatur przekraczających wartości dopuszczalne dla tych urządzeń.

14.1.5.3 Połączenia pomiędzy elementami oporowymi lub pomiędzy nimi a zaciskami, w przypadku gdy nie jest przewidziana konieczność ich demontażu, powinny być spawane lub zaciskane mechanicznie. Można stosować łączenie przez lutowanie, jeżeli na złączu nie będzie występowała temperatura przewyższająca wartość dopuszczalną dla lutu.

14.1.6 Bezpieczniki

14.1.6.1 Wkładki topikowe bezpieczników powinny być typu całkowicie zamkniętego. Przetopienie topika nie powinno powodować wydmuchu łuku na zewnątrz, iskrzenia ani innego szkodliwego działania na elementy umieszczone w pobliżu wkładki.

14.1.6.2 Elementy osłonowe wkładek topikowych powinny być wykonane z niepalnego i niehi-groskopijnego materiału izolacyjnego.

14.1.6.3 Gniazda bezpiecznikowe w wykonaniu wielobiegunowym powinny posiadać przegrody z materiału izolacyjnego, oddzielające poszczególne bieguny. Jeżeli konstrukcja gniazda wyklucza powstanie przypadkowego zwarcia podczas wymiany wkładki topikowej, przegrody nie są wymagane.

14.2 Sprzęt instalacyjny

14.2.1 Wymagania ogólne

14.2.1.1 Obudowy sprzętu instalacyjnego należy wykonywać z materiału odpornego na korozję lub odpowiednio zabezpieczonego przed korozją, co najmniej trudno zapalnego i o dostatecznej wytrzymałości mechanicznej. Obudowy sprzętu instalacyjnego przeznaczonego do zainstalowania na otwartych pokładach i w innych wilgotnych miejscach należy wykonywać z mosiądzu, brązu lub równorzędnego materiału lub z mas plastycznych o odpowiedniej jakości.

W przypadku użycia stali lub stopów aluminium, należy zastosować odpowiednią ochronę antykorozyjną.

Ze stopów aluminiowych nie należy wykonywać złączy gwintowanych i pasowanych.

14.2.1.2 Części izolacyjne, do których mocowane są części przewodzące prąd, należy wykonywać z materiałów nie wydzielających gazów zapalających się od iskry elektrycznej przy temperaturach do 500 °C włącznie.

14.2.1.3 Sprzęt instalacyjny przeznaczony do instalowania na materiałach palnych lub w ich pobliżu należy wykonywać tak, aby nie nagrzewał się do temperatury wyższej niż 90 °C.

14.2.2 Oprawy oświetleniowe

14.2.2.1 Konstrukcja opraw oświetleniowych z cokołem gwintowym powinna uniemożliwiać samowykręcanie się żarówek.

14.2.2.2 Każda oprawa oświetleniowa powinna mieć trwale oznaczone napięcie znamionowe oraz najwyższy dopuszczalny prąd lub maksymalną moc żarówki.

14.2.3 Połączenia wtykowe

14.2.3.1 Elementy stykowe gniazd wtyczkowych należy wykonywać tak, aby był zapewniony stały nacisk na kołek wtyczki.

14.2.3.2 Nie należy stosować kołków wtykowych przecinanych. Kołki wtykowe na prąd większy niż 10 A należy wykonywać jako cylindryczne lub prostokątne, przy czym mogą być one pełne lub konturowe.

14.2.3.3 Gniazda wtyczkowe i wtyczki na napięcie wyższe niż bezpieczne powinny mieć styki do podłączenia żył kabla uziemiającego obudowy przyłączanych odbiorników.

14.2.3.4 Gniazda wtyczkowe z obudowami należy tak wykonywać, aby zachowany był stopień ochrony niezależnie od tego, czy wtyczka jest włożona, czy wyjęta.

14.2.3.5 Wszystkie gniazda wtyczkowe o prądzie znamionowym większym niż 16 A powinny mieć wbudowane łączniki. Takie gniazda należy wyposażyć w blokadę uniemożliwiającą wyjęcie i włożenie wtyczki, gdy łącznik w gnieździe wtyczkowym znajduje się w pozycji ZAŁĄCZONY.

14.2.3.6 W gniazdach wtyczkowych bez blokady odległości między stykami w powietrzu i po powierzchni materiału izolacyjnego powinny być takie, aby przy wyjmowaniu wtyczki obciążonej prądem o 50% większym od znamionowego, przy znamionowym napięciu, nie mógł wystąpić przerzut łuku.

14.2.3.7 Gniazda wtyczkowe i wtyczki powinny mieć taką konstrukcję, aby nie było możliwe włożenie do gniazda tylko jednego kołka, ani włożenie kołka prądowego do tulei uziemiającej, a konstrukcja gniazd przeznaczonych do podłączenia silników (lub urządzeń), których kierunek obrotów (lub działanie) zależy od kolejności faz lub biegunów, powinna ponadto uniemożliwiać zmianę kolejności faz lub biegunów.

Przy wkładaniu wtyczki do gniazda powinno najpierw nastąpić zetknięcie się kołka uziemiającego z elementem stykowym uziemiającym gniazdo, a dopiero potem połączenie części przeznaczonych do przewodzenia prądu.

14.2.3.8 W gniazdach wtyczkowych, wtyczkach oraz w gniazdach rozgałęźnych nie należy instalować bezpieczników.

15 URZĄDZENIA GRZEWCZE

15.1 Wymagania ogólne

15.1.1 Należy stosować tylko urządzenia grzewcze typu stacjonarnego.

15.1.2 Urządzenia grzewcze powinny być zasilane z rozdzielnic głównych lub z przeznaczonych do tego celu rozdzielnic grupowych lub z rozdzielnic oświetleniowych, z uwzględnieniem wymagań 6.2.1.

15.1.3 Części nośne konstrukcji urządzeń grzewczych, konstrukcje wewnętrzne i obudowy należy wykonywać z materiałów niepalnych.

15.1.4 Dopuszczalny prąd upływnościowy w stanie nagrzanym urządzeń grzewczych powinien być nie większy niż 1 mA na każdy 1 kW mocy znamionowej każdego oddzielnie załączonego elementu grzewczego, a dla całego urządzenia – nie większy niż 10 mA.

15.1.5 Urządzenia grzewcze należy tak konstruować, aby temperatura elementów obsługi lub innych części, których dotknięcie jest możliwe, nie osiągała wartości wyższej od podanej w tabeli 15.1.5.

Tabela 15.1.5

Lp.	Wyszczególnienie		Temperatura dopuszczalna [°C]
1	Rękojeści sterownicze lub inne elementy obsługi	metalowe	55
		inne	65
2	Rękojeści lub uchwyty dotykane przez krótki czas	metalowe	60
		inne	70
3	Obudowy ogrzewaczy wewnętrznych przy temperaturze otoczenia 20 °C		80
4	Powietrze wychodzące z ogrzewaczy wewnętrznych		110

15.2 Ogrzewacze wewnętrzne

15.2.1 Ogrzewacze wewnętrzne powinny być przystosowane do instalowania na stałe. Ogrzewacze należy wyposażyć w odpowiedni układ odłączający zasilanie w przypadku przekroczenia dopuszczalnej temperatury obudowy ogrzewacza.

15.2.2 Ogrzewacze wewnętrzne powinny być instalowane zgodnie z wymaganiami punktu 4.14.2 z Części V – Ochrona przeciwpożarowa.

15.2.3 Jeżeli ogrzewacze nie mają wbudowanych łączników, to łączniki należy zainstalować w pomieszczeniu, w którym zainstalowano ogrzewacz. Łączniki powinny odłączać zasilanie we wszystkich biegunach lub fazach.

15.2.4 W każdym położeniu łącznika regulującego pobór mocy ogrzewacza powinno być zapewnione równomierne obciążenie faz linii zasilającej.

15.2.5 Konstrukcja osłon ogrzewaczy wewnętrznych powinna zapewniać wymagany stopień ochrony obudowy, w zależności od miejsca zainstalowania ogrzewacza, zgodnie z tabelą 2.3.4.2

15.2.6 Konstrukcja osłon ogrzewaczy wewnętrznych powinna być taka, aby kładzenie na nich jakichkolwiek przedmiotów było utrudnione.

15.2.7 Zainstalowane na stałe urządzenia grzewcze na napięcie 380 V lub wyższe (patrz tabela 4.2.4) powinny mieć osłony uniemożliwiające dostęp do części pod napięciem bez użycia specjalnych narzędzi. Na osłonach należy umieścić napisy z podaniem wysokości napięcia.

15.3 Urządzenia kuchenne

15.3.1 Kuchenne urządzenia grzewcze należy tak wykonywać, aby nie można było dotknąć ręką lub naczyniem części pod napięciem i aby wylewanie się gotowanej substancji nie powodowało zwarcia ani uszkodzeń izolacji.

15.4 Podgrzewacze oleju i paliwa

15.4.1 Podgrzewacze elektryczne mogą być stosowane do podgrzewania oleju i paliwa o temperaturze zapłonu par wyższej niż 60 °C, pod warunkiem spełnienia wymagań 15.4.2 i 15.4.3.

15.4.2 Urządzenia podgrzewające rurociągi oleju i paliwa należy wyposażyć w regulatory temperatury, w świetlną sygnalizację stanów pracy urządzenia oraz w świetlną i dźwiękową sygnalizację niesprawności układu lub przekroczenia dopuszczalnej temperatury.

15.4.3 Urządzenia podgrzewające olej i paliwo w zbiornikach, zgodnie z wymaganiami podrozdziału 12.3 z *Części VI – Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*, należy wyposażyć w regulatory temperatury podgrzewanego czynnika, czujniki temperatury powierzchni elementów grzejnych, czujniki minimalnego poziomu i łączniki odłączające zasilanie podgrzewaczy przy przekroczeniu temperatury dopuszczalnej i przy obniżeniu poziomu czynnika poniżej minimalnego.

Urządzenia te należy wyposażyć w świetlną sygnalizację stanów pracy oraz w świetlną i dźwiękową sygnalizację niesprawności układu.

15.4.4 Podgrzewacze paliwa i oleju powinny być wyposażone w regulatory temperatury podgrzewanego czynnika. Niezależnie od regulatora należy zainstalować wyłącznik bezpieczeństwa z ręcznym ponownym załączeniem, odłączający napięcie zasilające w przypadku osiągnięcia przez element grzejny temperatury 220 °C.

16 KABLE I PRZEWODY

16.1 Wymagania ogólne

16.1.1 Należy stosować kable typu okrętowego – odpowiadające wymaganiom niniejszego rozdziału lub normom krajowym i międzynarodowym (m.in. Publikacjom IEC 60092-350, 60092-352, 60092-353, 60092-354, 60092-360, 60092-370 i 60092-376) w zakresie uzgodnionym z PRS.

16.1.2 W miejscach, gdzie wymagane jest stosowanie kabli ognioodpornych, kable takie powinny spełniać dodatkowo wymagania publikacji IEC 60331.

16.1.3 Możliwość zastosowania kabli i przewodów innego typu podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

16.1.4 Wymagania niniejszego rozdziału nie dotyczą kabli koncentrycznych, telekomunikacyjnych, a także kabli elektroenergetycznych na napięcie powyżej 1000 V.

16.2 Żyły

16.2.1 Żyły kabli powinny być wykonane zgodnie z normą IEC 60228 z miedzi wyżarzonej niepokrytej lub pokrytej metalem.

16.2.2 Żyły kabli powinny być wielodrutowe. Liczba drutów w żyłce powinna być nie mniejsza niż określona w tabeli 16.2.2.

Tabela 16.2.2

Lp.	Znamionowy przekrój żyły, [mm ²]	Najmniejsza liczba drutów w żyłce		
		Żyły okrągłe	Żyły okrągłe zagęszczone	Żyły profilowe
	0,5 – 1,0	7	--	--
	1,5 - 16	7	6	--
	25 - 35	7	6	6
	50	19	6	6
	70	19	12	12
	95	19	15	15
	120	37	18	18
	150	37	18	18
	185	37	30	30
	240	37	34	34
	300	61	34	34
	400	61	53	53
	500	61	53	53
	630	91	53	53
	800	91	53	--
	1000	91	53	--

Uwaga: Stosunek znamionowych średnic najgrubszego i najcieńszego drutu w żyłce nie powinien przekraczać wartości 1,3 w przypadku żył prasowanych mechanicznie oraz wartości 1,8 w przypadku żył formowanych geometrycznie, nie prasowanych.

16.2.3 Druty miedzianych żył z izolacją gumową powinny być ocynowane lub pokryte innym odpowiednim stopem. Można nie stosować cynowania ani innego przeciwkorozyjnego pokrycia wszystkich drutów albo tylko zewnętrznej ich warstwy, jeżeli wytwórca zastosuje środki gwarantujące, że gumowa izolacja nie wpłynie szkodliwie na metal żyły.

16.3 Materiały izolacyjne

16.3.1 Rodzaje izolacji, które mogą być stosowane do izolowania żył w kablach określa norma IEC 60092-360 i podane są w tabeli 16.3.1. Możliwość zastosowania innych rodzajów izolacji podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Tabela 16.3.1

Rodzaje materiałów izolacyjnych	Skrócone oznaczenie	Maksymalna temperatura żyły kabla ¹⁾ , [°C]	
		Warunki pracy normalne	Warunki pracy zwarciove
Elastomery lub materiały termoutwardzalne			
– z gumy etylenowo-propylenowej	EPR	90	250
– z twardej gumy etylenowo-propylenowej	HEPR	90	250
– z polietylenu usieciowanego	XLPE	90	250
– z usieciowanego poliolefinu bezchlorowcowego	HF 90	90	250
– z usieciowanej gumy silikonowej	S95	95 ¹⁾	350 ²⁾

¹⁾ Normalna maksymalna znamionowa temperatura przewodu dla silikonu wynosi 180°C, ale jest ograniczona ze względu na rodzaj zastosowanego materiału poa.

²⁾ Ta temperatura dotyczy tylko kabli zasilających i nie dotyczy żył ocynowanych.

16.4 Powłoki ochronne

16.4.1 Powłoki ochronne kabli i przewodów są określone przez normę IEC 60092-360 i mogą być wykonane z materiałów podanych w tabeli 16.4.1.

Możliwość zastosowania powłok ochronnych z innych materiałów podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Tabela 16.4.1

Rodzaje materiałów powłokowych	Skrócone oznaczenie	Maksymalna temperatura żyły kabla, [°C]
a) Termoplasty		
– z polichlorku winylu lub kopolimeru chlorku winylu i octanu winylu	ST 2	90
– materiały bezchlorowcowe	SHF 1	90
b) Elastomery lub materiały termoutwardzalne		
– z gumy polichloroprenowej	SE	90
– z chlorosulfonowanego polietylenu lub z chlorowanej gumy polietylenowej	SH	90
– materiały bezchlorowcowe	SHF 2	90

16.4.2 Powłoki ochronne powinny być jednakowej grubości, w granicach dopuszczalnych tolerancji na całej długości odcinka fabrykacyjnego i powinny obejmować kabel lub przewód współśrodkowo. Powłoki powinny tworzyć szczelną opone ściśle przylegającą do chronionego ośrodka.

16.5 Uzbrojenie

16.5.1 Oploty ekranujące należy wykonywać z miedzianych drutów ocynowanych. Jeżeli zastosowano przewody nieocynowane, to oplot powinien być zabezpieczony odpowiednią powłoką. Oploty nieekranujące można wykonywać z ocynkowanych drutów stalowych. Oplot powinien być równomierny, a gęstość oplotu powinna być taka, aby jego masa była równa co najmniej 90% masy rurki o tej samej średnicy, wykonanej z tego samego materiału i o grubości ścianki równej średnicy drutów oplotu.

16.5.2 Pancerz metalowy należy wykonywać z wyżarzonych stalowych drutów lub taśm, ocynkowanych i nawiniętych spiralnie z odpowiednim skokiem na podłożu w ten sposób, aby tworzyły one nieprzerwaną warstwę cylindryczną, zapewniającą odpowiednią ochronę i giętkość gotowego kabla. Na specjalne żądanie pancerz może być wykonany w powyższy sposób z metali niemagnetycznych.

16.5.3 Pancerz lub opłot wykonane z taśmy stalowej lub drutów należy pomalować środkiem ochronnym, zabezpieczającym przed korozją.

16.5.4 Podłoże pod uzbrojenie należy wykonywać z materiałów odpornych na wilgoć.

16.6 Cechowanie

16.6.1 Żyły kabli należy cechować w sposób zapewniający dostateczną trwałość cechowania. W przypadku wielożyłowych kabli wielowarstwowych należy przynajmniej dwie sąsiednie żyły w każdej warstwie oznaczać innymi barwami.

16.6.2 Kable powinny być wyposażone w oznaczniki kablowe, na których należy podać numer kabla i jego przekrój – zgodnie z dokumentacją. Oznaczniki kablowe powinny być założone co najmniej na początku i na końcu każdego odcinka kabla.

16.7 Przewody montażowe

16.7.1 Do połączeń wewnętrznych w rozdzielnicach i urządzeniach elektrycznych należy stosować izolowane przewody jednożyłowe (patrz też 2.3.3).

16.7.2 Przewody nieizolowane i szyny mogą być stosowane do połączeń wewnętrznych w urządzeniach elektrycznych. Połączenia zewnętrzne nieizolowanymi przewodami lub szynami mogą być stosowane pod warunkiem odpowiedniego ich osłonięcia.

16.8 Sieć kablowa

16.8.1 Wymagania ogólne

16.8.1.1 Należy stosować kable i przewody z żyłami wielodrutowymi o przekroju nie mniejszym niż:

- .1** 1,5 mm² – w obwodach zasilania ważnych urządzeń;
- .2** 1,0 mm² – w obwodach oświetlenia, w obwodach kontrolno-pomiarowych, sygnalizacji i sterowania ważnych urządzeń oraz w obwodach zasilania innych urządzeń;
- .3** 0,75 mm² – w obwodach kontrolno-pomiarowych, sygnalizacji i sterowania urządzeń nie zaliczanych do ważnych;
- .4** 0,35 mm² – w obwodach łączności wewnętrznej niemających wpływu na bezpieczeństwo.

16.8.1.2 Do zasilania okrętów z sieci lądowej lub przekazywania energii elektrycznej na inną jednostkę należy stosować kable o przekroju żyły nie mniejszym niż 4 mm².

16.8.1.3 Najwyższa dopuszczalna temperatura izolacji zainstalowanego kabla lub przewodu powinna być o co najmniej 10 °C wyższa od przewidywanej temperatury otoczenia.

16.8.1.4 W miejscach narażonych na działanie produktów naftowych i innych agresywnych czynników należy stosować kable w powłoce odpornej na działanie danego środowiska. Inne kable mogą być układane w tych miejscach pod warunkiem układania ich w metalowych rurach (patrz 16.8.8).

16.8.1.5 Kable układane w miejscach, gdzie mogą być narażone na uszkodzenia mechaniczne, powinny mieć odpowiednie uzbrojenie, zaś kable bez odpowiedniego uzbrojenia powinny być w takich miejscach zabezpieczone specjalnymi osłonami lub powinny być układane w rurach (patrz 16.8.8). PRS każdorazowo określi konieczność i zakres układania kabli w rurach lub kanałach, biorąc pod uwagę żywotność okrętu w aspekcie zalewania, przenikania fali uderzeniowej od ewentualnego wybuchu wewnątrz kadłuba, przenikania dymu i ognia oraz innych zagrożeń wynikających z działalności bojowej okrętu.

16.8.1.6 Kable zasilające oraz sterujące systemów, których praca jest wymagana również podczas pożaru (np. system alarmu ogólnego oraz pożarowego, system gaszenia pożaru oraz system ostrzegawczy o jego uruchomieniu, system wykrywania pożaru, system drzwi przeciwpożarowych wraz z systemem sygnalizacji ich położenia, system drzwi wodoszczelnych wraz z systemem sygnalizacji ich położenia, system oświetlenia awaryjnego, rozgłośnia dyspozycyjna, system oświetlenia dolnego, awaryjna pompa pożarowa) powinny być ognioodporne, jeżeli przechodzą przez szyby pomieszczeń maszynowych kategorii A, kuchnie, suszarnie, kotłownie i inne strefy wysokiego zagrożenia pożarem, o ile nie prowadzą do urządzeń zainstalowanych w tych pomieszczeniach. Jeśli jest to możliwe, należy unikać prowadzenia kabli przez te pomieszczenia.

Wymaganie to nie musi być spełnione, jeżeli system jest bezpieczny w razie uszkodzenia lub gdy jest to system zdwojony, a kable są rozdzielone najdalej jak to jest możliwe.

Po zewnętrznej stronie ścian takich pomieszczeń kable powinny być układane w odległości nie mniejszej niż podana w 16.8.4.1.

Na okrętach, których wymiary nie pozwalają na spełnienie powyższego wymagania, należy podjąć środki zapewniające skuteczną ochronę sieci kablowej przechodzącej przez pomieszczenia o dużym zagrożeniu pożarowym.

16.8.2 Dobór kabli i przewodów ze względu na obciążalność

16.8.2.1 Jeżeli dla zastosowanych typów kabli nie jest określona przez producenta obciążalność, to dopuszczalne długotrwałe obciążalności prądowe dla jednożyłowych kabli i przewodów w izolacji z różnych materiałów należy przyjmować zgodnie z tabelą 16.8.2.1 (patrz również 16.8.2.6). Podane w tabeli obciążalności prądowe dotyczą następujących przypadków układania kabli:

- .1 nie więcej niż 6 kabli w jednej wiązce lub jednej warstwie, przylegających do siebie;
- .2 w dwóch warstwach, niezależnie od liczby kabli w warstwie – pod warunkiem że między grupą lub wiązką 6 kabli występuje swobodna przestrzeń dla przepływu powietrza chłodzącego.

Przewidziane w tabeli dopuszczalne obciążalności prądowe dla danych przekrojów powinny być obniżone o 15% (współczynnik 0,85) przy układaniu więcej niż 6 kabli w wiązce, jeśli kable te mogą być jednocześnie obciążone prądem znamionowym lub przy braku swobodnej przestrzeni dla przepływu powietrza chłodzącego.

Tabela 16.8.2.1
Dopuszczalne długotrwałe obciążalności jednożyłowych kabli i przewodów
w izolacji z różnych materiałów przy temperaturze otoczenia + 45 °C

Przekrój znamionowy żyły, [mm ²]	Dopuszczalna długotrwałe obciążalność w amperach	
	Elastomery lub materiały termoutwardzalne	Guma silikonowa
	+90 ^x	+95 ^x
1	2	3
1,5	23	26
2,5	40	32
4	51	43
6	52	55
10	72	76
16	96	102
25	127	135
35	157	166
50	196	208
70	242	256
95	293	310
120	339	359
150	389	412
185	444	470
240	522	553
300	601	636

^x Maksymalna dopuszczalna temperatura robocza żyły, °C.

16.8.2.2 Wartości dopuszczalnych obciążalności prądowych, I , dla przekrojów podanych w tabeli 16.8.2.1 oraz dla innych przekrojów należy obliczać wg wzoru:

$$I = \alpha \cdot S^{0,625}, \quad [\text{A}] \quad (16.8.2.2)$$

gdzie:

α – współczynnik zależny od maksymalnej dopuszczalnej temperatury roboczej żyły, określany z tabeli 16.8.2.2;

S – przekrój znamionowy żyły, [mm²].

Tabela 16.8.2.2

Maksymalna temperatura żyły, [°C]	60	70	85	90	95	
Wartość współczynnika α dla przekroju znamionowego żyły	≥ 2,5 mm ²	9,5	12	16	17	18
	< 2,5 mm ²	8	11,5	16	18	20

16.8.2.3 Dopuszczalne długotrwałe obciążalności prądowe dla kabli dwu-, trzy- i czterożyłowych należy zmniejszyć w stosunku do wartości podanych w tabeli 16.8.2.1, stosując współczynniki poprawkowe:

0,85 – dla kabli dwużyłowych,

0,70 – dla kabli trzy- i czterożyłowych.

16.8.2.4 Jeżeli kable lub przewody instalowane są w obwodach z obciążeniem przerywanym lub dorywczym, to dopuszczalne obciążalności prądowe należy określać mnożąc wartość obciążalności dopuszczalnej długotrwałe, wyznaczonej z tabeli 16.8.2.1 lub obliczonej według 16.8.2.2, przez współczynnik poprawkowy z tabeli 16.8.2.2.

Tabela 16.8.2.4
Wartości współczynników poprawkowych w zależności od rodzaju obciążenia

Przekrój znamionowy żyły [mm ²]	Praca przerywana S3 przy względnym czasie obciążenia 40%		Praca dorywcza S2 z czasem 30 min.		Praca dorywcza S2 z czasem 60 min.	
	Kable i przewody					
	z powłokami metalowymi	bez powłok metalowych	z powłokami metalowymi	bez powłok metalowych	z powłokami metalowymi	bez powłok metalowych
1	1,24	1,09	1,06	1,06	1,06	1,06
1,5	1,26	1,09	1,06	1,06	1,06	1,06
2,5	1,27	1,10	1,06	1,06	1,06	1,06
4	1,30	1,14	1,06	1,06	1,06	1,06
6	1,33	1,17	1,06	1,06	1,06	1,06
10	1,36	1,21	1,08	1,06	1,06	1,06
16	1,40	1,26	1,09	1,06	1,06	1,06
25	1,42	1,30	1,12	1,07	1,06	1,06
35	1,44	1,33	1,14	1,07	1,07	1,06
50	1,46	1,37	1,17	1,08	1,08	1,06
70	1,47	1,40	1,21	1,09	1,09	1,06
95	1,49	1,42	1,25	1,12	1,11	1,07
120	1,50	1,44	1,28	1,14	1,12	1,07
150	1,51	1,45	1,32	1,17	1,14	1,08
185	-	-	1,36	1,20	1,16	1,09
240	-	-	1,41	1,24	1,18	1,10
300	-	-	1,46	1,28	1,20	1,12

16.8.2.5 Obciążalności prądowe podane w tabeli 16.8.2.1 odnoszą się do temperatury otoczenia +45 °C. Dla innych temperatur otoczenia wartości obciążalności dopuszczalnej długotrwale należy określać mnożąc wartości podane w tabeli 16.8.2.1 przez współczynniki poprawkowe podane w tabeli 16.8.2.5.

Tabela 16.8.2.5
Wartości współczynników poprawkowych w zależności od temperatury otoczenia

Graniczna temperatura żyły [°C]	Temperatura otoczenia, [°C]										
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
85	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50	-	-
90	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67	0,58	0,47	--
95	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45

16.8.2.6 Zamiast wykonywania obliczeń wynikających z 16.8.2.1 – 16.8.2.5, wartość obciążalności dopuszczalnej dla kabli i przewodów dla różnych temperatur granicznych izolacji i różnych temperatur otoczenia przy pracy ciągłej, dorywczej i przerywanej można określić w oparciu o *Publikację 15/P – Tablice obciążalności prądowej kabli, przewodów i szyn dla wyposażenia okrętowego*.

16.8.2.7 Kable do obwodów końcowych oświetlenia i ogrzewania należy dobierać na znamionowe prądy obciążenia, bez współczynników obniżających.

16.8.2.8 Kable powinny być tak dobrane, aby wytrzymały maksymalny prąd zwarcia w obwodzie. Przy doborze należy również uwzględnić czasowo-prądowe charakterystyki zastosowanych zabezpieczeń i maksymalną wartość szczytową spodziewanego prądu zwarcia.

16.8.2.9 Kable układane równolegle dla tego samego bieguna lub fazy powinny być tego samego typu, ułożone wspólnie i mieć jednakowy przekrój, wynoszący co najmniej 10 mm² oraz jednakową długość.

16.8.3 Dobór przekrojów kabli ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

16.8.3.1 Spadek napięcia na kablach łączących prądnice z rozdzielnicą główną lub awaryjną nie powinien przekraczać 1%.

16.8.3.2 W normalnych warunkach pracy spadek napięcia na kablach pomiędzy szynami rozdzielniczy głównej lub awaryjnej a dowolnymi odbiornikami w instalacji nie powinien przekraczać 6% napięcia znamionowego. Dla odbiorników zasilanych z baterii akumulatorów o napięciu nie przekraczającym 50 V, wartość ta może być zwiększona do 10%.

Dla obwodów latarni nawigacyjnych i sygnałowych dopuszczalne spadki napięcia mogą być ograniczone do mniejszych wartości w celu zapewnienia wymaganych charakterystyk świetlnych.

Przy krótkotrwałych obciążeniach, np. przy rozruchu silników elektrycznych, dopuszczalne są większe spadki napięcia, jeżeli nie będzie to miało ujemnego wpływu na pracę pozostałych odbiorników w instalacji.

16.8.3.3 Kable służące do zasilania silników elektrycznych prądu przemiennego z bezpośrednim rozruchem powinny być obliczone tak, aby całkowity spadek napięcia na zaciskach silnika w chwili rozruchu nie przekraczał 25% napięcia znamionowego.

Możliwość zwiększenia podanego spadku napięcia podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

16.8.4 Układanie kabli

16.8.4.1 Trasy kabli powinny być w miarę możliwości proste i dostępne, oddalone od poszycia burt tak dalece jak jest to możliwe oraz powinny przebiegać przez miejsca, w których kable nie będą narażone na oddziaływanie oleju, paliwa, wody i wysokiej temperatury. Trasom kabli zasilających urządzenia i instalacje ważne dla żywotności okrętu należy zapewnić niezbędne zabezpieczenie (osłony) przed skutkami oddziaływania uzbrojenia.

Odległość trasy kablowej od źródła ciepła powinna wynosić nie mniej niż 100 mm.

16.8.4.2 Trasy kabli w przestrzeniach, które mogą być zatapiane, powinny być prowadzone jak najwyżej.

16.8.4.3 Nie należy prowadzić kabli w dnie podwójnym, z wyjątkiem kabli uzwojeń demagnetyzacyjnych oraz – w razie konieczności – kabli instalacji elektrochemicznej ochrony kadłuba i kabli zasilających środki uzbrojenia i dowodzenia, przy czym prowadzenie tras dla tych kabli podlega każdorazowo uzgodnieniu z PRS.

16.8.4.4 W odległości mniejszej niż 50 mm od dna podwójnego, od zbiorników paliwa ciekłego lub olejów smarowych i od rurociągów paliwa nie należy układać żadnych kabli. Odległości kabli od poszycia zewnętrznego oraz od ognioodpornych, wodoszczelnych i gazoszczelnych grodzi oraz pokładów nie powinny być mniejsze niż 20 mm.

16.8.4.5 Kable układane w wiązках powinny spełniać wymagania Publikacji IEC 332-3, dotyczące odporności wiązek kabli na rozprzestrzenianie płomienia lub należy przewidzieć następujące środki zapobiegające rozprzestrzenianiu się płomienia:

- 1.** zastosować przegrody co najmniej klasy B-0 (patrz podrozdział 2.6 z Części V – Ochrona przeciwpożarowa), umieszczone na wejściach wiązek kabli do rozdzielniczy głównej, rozdzielniczy awaryjnej, rozdzielniczy zasilania mechanizmów ważnych, pulpity kontrolnych i sterowniczych sterowania siłowni i okrętu, a także na końcach całkowicie zamkniętych torów kablowych;
- 2.** w zamkniętych i półzamkniętych pomieszczeniach i przestrzeniach wiązki kablowe ułożone w półzamkniętych i otwartych torach powinny być zabezpieczone:

- ogniotrwałą masą, nałożoną na całej długości dla torów pionowych i na długości 1 m z odstępami 14 m – dla torów poziomych lub
 - poprzez zastosowanie przegród klasy B-0 co najmniej na co drugim pokładzie lub co 6 m dla torów pionowych i co 14 m dla torów poziomych;
- .3** wiązki kablowe układane w ładowniach należy zabezpieczyć poprzez zastosowanie przegród klasy B-0 na końcach ładowni.

16.8.4.6 Kabli nie należy malować.

16.8.4.7 Kable z zewnętrzną powłoką metalową można układać na konstrukcjach ze stopów lekkich lub mocować za pomocą uchwytów z takich stopów tylko w przypadku zastosowania trwałej ochrony antykorozyjnej.

16.8.4.8 W przestrzeniach zamkniętych, przeznaczonych do przewozu materiałów wybuchowych i niebezpiecznych w zasadzie nie należy prowadzić kabli przelotowych. Dopuszczalność prowadzenia kabli w takich przestrzeniach i szczegóły konstrukcji takiego rozwiązania należy każdorazowo uzgodnić z PRS.

16.8.4.9 Nie zaleca się układania kabli pod podłogą pomieszczeń maszynowych. Jeżeli takie ułożenie jest konieczne, kable należy układać w metalowych rurach lub zakrytych kanałach (patrz 16.8.8).

16.8.4.10 Nie należy układać kabli w zbiornikach, ani w ładowniach przeznaczonych do przewozu palnych cieczy, z wyjątkiem prowadzenia ich w podwójnych, wodoszczelnych rurach lub tunelach.

16.8.4.11 Jeżeli trasa kabli przebiega przez pomieszczenia wypełnione wodą, kable należy prowadzić w wodoszczelnej rurze lub tunelu.

16.8.4.12 Przy układaniu kabli należy przewidzieć odkształcenia kadłuba okrętu i w odpowiednich miejscach zastosować pętle kompensacyjne. Średnica wewnętrzna pętli powinna być nie mniejsza niż dwunastokrotność zewnętrznych średnic kabla.

16.8.4.13 Przy układaniu kabli do urządzeń amortyzowanych i ruchomych pod wpływem uderzeń mechanicznych należy stosować odpowiednie pętle kompensacyjne.

16.8.4.14 Kable z izolacją na różne temperatury graniczne, układane we wspólnych trasach kablowych, należy tak układać, aby nie nagrzewały się do temperatury wyższej niż jest dla nich dopuszczalna.

16.8.4.15 Kabli z różnymi powłokami ochronnymi, z których mniej trwałe mogą podlegać uszkodzeniom, nie należy układać we wspólnej rurze, wspólnym kanale ani w inny sposób wspólnie i bez zamocowania.

16.8.4.16 Kable obwodów prądowych elektrycznego napędu głównego należy układać oddzielnie od kabli innego przeznaczenia.

16.8.4.17 Kable urządzeń elektroakustycznych, przenoszące duże impulsy prądowe lub napięciowe, należy układać na całej długości osobno od innych kabli, w rurach metalowych skutecznie uziemionych.

16.8.4.18 Żył kabla wielożyłowego nie należy stosować do zasilania energią elektryczną i sterowania nie związanych ze sobą ważnych urządzeń.

W kablu wielożyłowym nie należy stosować równocześnie obwodów na napięcie bezpieczne i na napięcie robocze wyższe od bezpiecznego.

16.8.4.19 Przy zasilaniu urządzenia dwoma oddzielnymi obwodami, kable tych obwodów należy układać różnymi trasami po różnych burtach okrętu, w miarę możliwości maksymalnie oddalonymi od siebie zarówno w pionie, jak i w poziomie.

16.8.4.20 Kable zasilające urządzenia awaryjne powinny być prowadzone w pobliżu płaszczyzny symetrii okrętu.

16.8.4.21 Kabli nie należy układać w kanałach lub innych konstrukcjach, wykonanych z materiałów palnych.

16.8.4.22 Kabli nie należy układać w cieplnej lub akustycznej izolacji, jeżeli izolacja ta wykonana jest z materiałów palnych. Kable należy oddzielić od takiej izolacji wykładziną z materiału niepalnego.

W przypadku układania kabli w izolacji cieplnej lub akustycznej wykonanej z niepalnych materiałów, kable należy dobierać z uwzględnieniem dodatkowego ich nagrzewania.

16.8.4.23 Należy unikać prowadzenia kabli na pokładzie otwartym, tam gdzie nie jest to konieczne.

16.8.4.24 Na okrętach bojowych kable zasilające urządzenia ważne, prowadzone na pokładzie otwartym powinny być umieszczone w metalowych rurach lub zabezpieczone metalowymi osłonami, chyba że konstrukcja okrętu zapewnia ich odpowiednią ochronę od mechanicznych uszkodzeń zewnętrznych.

16.8.4.25 Kable układane w pomieszczeniach chłodzonych powinny mieć metalowy płaszcz ochronny lub powłokę z neoprenu albo z innego materiału odpornego na działanie czynnika chłodniczego. Pancerze kabli powinny być odpowiednio zabezpieczone przed korozją.

16.8.4.26 Kable w pomieszczeniach chłodzonych należy układać na perforowanych podkładach lub uchwytach oraz tak mocować, aby zapewniona była swobodna przestrzeń pomiędzy kablami i ścianami pomieszczenia.

Podkłady, wsporniki oraz uchwyty powinny być zabezpieczone przed korozją.

Jeżeli kable muszą przechodzić przez izolację termiczną pomieszczenia chłodzonego, należy je prowadzić prostopadle do powierzchni izolacji, w odpowiedniej tulei uszczelnionej z obu stron.

16.8.4.27 Wewnętrzne promienie zgięć kabli nie powinny być mniejsze od podanych w tabeli 16.8.4.27.

Tabela 16.8.4.27

Rodzaj kabla		Zewnętrzna średnica kabla d , mm	Najmniejszy promień zgięcia kabla
Rodzaj izolacji	Rodzaj powłoki ochronnej		
Materiały termoplastyczne i elastomerowe z przewodnikiem miedzianym o przekroju okrągłym	Nieopancerzony lub bez oplotu	do 25	$4 d$
		powyżej 25	$6 d$
	Oplot metalowy ekranowany lub opancerzony	dowolna	$6 d$
	Zbrojony drutem metalowym Zbrojony taśmą metalową lub w osłonie metalowej	dowolna	$6 d$
	Taśma kompozytowa z laminatu poliestrowo-metalowego	dowolna	$8 d$
Mineralna	Twarda powłoka metalowa	dowolna	$6 d$

16.8.4.28 Kable i przewody uziemiające urządzeń ustawionych na amortyzatorach powinny być do nich tak doprowadzone, aby nie ulegały uszkodzeniu w warunkach eksploatacji.

16.8.5 Mocowanie kabli

16.8.5.1 Kable powinny być odpowiednio zamocowane za pomocą uchwytów, obejmek itp. elementów wykonanych z metalu zabezpieczonego przed korozją lub innego materiału niepalnego lub trudno-zapalnego.

Powierzchnia uchwytów powinna mieć dostateczną szerokość i nie powinna mieć ostrych krawędzi. Uchwyty powinny być tak dobrane, aby kabel był dobrze umocowany, lecz bez narażania na uszkodzenie powłok ochronnych.

16.8.5.2 Odległości pomiędzy kolejnymi elementami mocującymi przy poziomym układaniu kabli nie powinny przekraczać wartości podanych w tabeli 16.8.5.2. Przy pionowym układaniu kabli odległości te mogą być zwiększone o 25%. Ilość elementów mocujących może być większa dla miejsc szczególnie narażonych na udary i wibracje związane z działalnością bojową okrętu.

Tabela 16.8.5.2

Zewnętrzna średnica kabla, [mm]		Odległość pomiędzy uchwytami, [mm]	
powyżej	do	dla kabli bez uzbrojenia	dla kabli uzbrojonych
–	8	200	250
8	13	250	300
13	20	300	350
20	30	350	400
30	–	400	450

16.8.5.3 Kable należy tak mocować, aby mechaniczne obciążenia powstające w nich nie przenosiły się na ich przyłącza.

16.8.5.4 Tory kablowe i kable układane równolegle do poszycia kadłuba okrętu należy mocować do części konstrukcji kadłuba, a nie do poszycia.

Na grodziach wodoszczelnych i masztach kable należy mocować za pomocą odpowiednich konstrukcji, takich jak kasety, uchwyty lub podkłady kablowe.

16.8.5.5 Kable prowadzone równolegle wzdłuż pocących się przegród należy układać na wspornikach lub perforowanych podkładach w taki sposób, aby istniała wolna przestrzeń pomiędzy kablami a przegrodami.

16.8.5.6 Tory kablowe należy prowadzić z możliwie minimalną liczbą skrzyżowań. W miejscu skrzyżowania kabli należy stosować mostki. Pomiędzy mostkami a krzyżującymi się z nimi torami kablowymi należy pozostawić szczeliny powietrzne o szerokości co najmniej 5 mm.

16.8.5.7 Dla okrętów z materiałów niemetalowych, w tym z tworzyw sztucznych, dopuszcza się równorzędne stosowanie zmienionych wymagań dotyczących prowadzenia, mocowania i uszczelniania przejść kabli i tras kablowych w odniesieniu do wymagań zawartych w Przepisach, a dotyczących okrętów stalowych, uwarunkowanych technologią produkcji kadłubów z materiałów niemetalowych, stosowanymi materiałami itp.

16.8.6 Przejścia kabli przez pokłady, grodzie i ścianki

16.8.6.1 Przejścia kabli przez wodoszczelne, gazoszczelne i ognioodporne grodzie oraz pokłady powinny być uszczelnione.

Uszczelnienia przejść kabli przez wymienione grodzie i pokłady nie powinny zmniejszać szczelności lub odporności oraz powinny być tak wykonane, aby siły powstające przy sprężystych odkształceniach kadłuba okrętu nie przenosiły się na kable.

16.8.6.2 Przy układaniu kabli przez niewodoszczelne przegrody lub elementy konstrukcji o grubości mniejszej niż 6 mm, w otworach do przejść kabli należy umieszczać wykładziny lub tulejki chroniące kabel przed uszkodzeniem.

Przy grubościach ścianek lub konstrukcji większych niż 6 mm można nie stosować wykładzin ani tulejek, lecz należy zaokrąglić krawędzie otworów.

16.8.6.3 Kable przechodzące przez pokłady należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi do odpowiedniej wysokości od pokładu, a w miejscach, gdzie uszkodzenia mechaniczne są mało prawdopodobne, do wysokości co najmniej 200 mm. Przejścia kabli należy zalać masą kablową lub zastosować inne ekwiwalentne uszczelnienie. Przy układaniu pojedynczych kabli zamiast zalewania masą mogą być stosowane dławnice.

16.8.7 Masy kablowe i szczeliwa

16.8.7.1 Do wypełniania skrzynek kablowych w grodziach wodoszczelnych i pokładach należy stosować masy uszczelniające, mające dobrą przyczepność do wewnętrznych powierzchni skrzynek kablowych i powłok kabli, odporne na działanie wody i produktów naftowych, nie tworzące jam usadowych i nie zmniejszające szczelności przy długotrwałej eksploatacji w warunkach omówionych w 2.1.1 i 2.1.2.

16.8.7.2 Uszczelnienia przejść kablowych przez przegrody ognioodporne powinny być tak wykonane, aby wytrzymały znormalizowaną próbę ogniową, przewidzianą dla danego typu przegród, podaną w Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*.

16.8.8 Układanie kabli w rurach i kanałach kablowych

16.8.8.1 Rury i kanały do układania kabli powinny być metalowe i zabezpieczone od strony zewnętrznej i wewnętrznej przed korozją. Wewnętrzna powierzchnia rur i kanałów powinna być równa i gładka. Końce rur powinny być tak obrobione lub zabezpieczone, aby wciągane kable nie ulegały uszkodzeniu. Kable z płaszczem ołowianym, nie mające dodatkowych powłok ochronnych, nie powinny być wciągane do rur.

16.8.8.2 Możliwość zastosowania rur i kanałów kablowych, wykonanych z tworzyw sztucznych podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

16.8.8.3 Promień zgięcia rur i kanałów nie powinien być mniejszy od dopuszczalnego dla ułożonego w nim kabla o największej średnicy (patrz 16.8.4.26).

16.8.8.4 Sumaryczna powierzchnia poprzecznych przekrojów wszystkich kabli, określana z ich zewnętrznych średnic, nie powinna być większa niż 40% powierzchni wewnętrznego poprzecznego przekroju rury lub kanału.

16.8.8.5 Rury i kanały powinny być ciągłe pod względem mechanicznym i elektrycznym oraz powinny być skutecznie uziemione, jeżeli przez samo ułożenie rur i kanałów nie zostało zapewnione skuteczne uziemienie.

16.8.8.6 Rury i kanały powinny być tak ułożone, aby nie mogła gromadzić się w nich woda. W razie konieczności należy przewidzieć w rurach i kanałach otwory wentylacyjne, możliwie w miejscach najniższych i najwyższych, w celu zapewnienia cyrkulacji powietrza i zapobiegania kondensacji pary wodnej. Takie otwory można wykonywać tylko w takich miejscach, gdzie nie zwiększą one niebezpieczeństwa wybuchu lub pożaru.

16.8.8.7 Jeżeli zachodzi obawa uszkodzenia rur i kanałów ułożonych wzdłuż kadłuba okrętu na skutek odkształceń kadłuba, to należy przewidzieć odpowiednie urządzenia kompensacyjne.

16.8.8.8 Kable prowadzone w pionowych rurach i kanałach należy zabezpieczyć tak, aby nie ulegały uszkodzeniom wynikającym z naciągu spowodowanego własną masą.

16.8.9 Specjalne wymagania dotyczące instalowania jednożyłowych kabli w instalacjach prądu przemiennego

16.8.9.1 Nie zaleca się stosowania kabli jednożyłowych w instalacjach prądu przemiennego. Jeżeli zastosowanie takich kabli jest konieczne, to kable przewodzące prąd większy niż 20 A powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- .1 kable nie powinny mieć pokryć z materiału magnetycznego;
- .2 kable należące do jednego obwodu powinny być ułożone na tej samej trasie lub w tej samej rurze; ułożenie takich kabli w różnych rurach jest dopuszczalne tylko w przypadku stosowania rur z materiałów niemagnetycznych;
- .3 uchwyty kablone, z wyjątkiem wykonanych z materiałów niemagnetycznych, powinny obejmować wszystkie kable jednożyłowe należące do tego samego obwodu;
- .4 odległości pomiędzy kablami nie powinny być większe niż jedna średnica kabla.

16.8.9.2 Przy prowadzeniu kabli jednożyłowych przez grodzie lub pokłady należy zwracać uwagę na to, aby między kablami należącymi do tego samego obwodu nie było materiałów magnetycznych. Odległości pomiędzy takimi kablami i materiałami magnetycznymi powinny być nie mniejsze niż 75 mm.

16.8.9.3 Jeżeli kable jednożyłowe o obciążalności znamionowej większej niż 250 A ułożone są równolegle wzdłuż stalowych konstrukcji, to pomiędzy kablami a taką konstrukcją należy zachować odstęp wynoszący co najmniej 50 mm.

16.8.9.4 Przy układaniu kabli jednożyłowych o przekroju większym niż 185 mm² należy zmieniać wzajemne położenie kabli w torach nie rzadziej niż co 15 m. Przy długościach torów do 30 m można nie stosować zmian we wzajemnym położeniu poszczególnych kabli.

16.8.9.5 Kable wielożyłowe z żyłami połączonymi równolegle należy układać tak samo jak kable jednożyłowe i do takich kabli odnoszą się wszystkie wymagania dotyczące kabli jednożyłowych.

16.8.10 Przyłączanie i łączenie kabli

16.8.10.1 Końce kabli z izolacją gumową, mineralną i z powłokami metalowymi należy uszczelniać w sposób zapobiegający przenikaniu wilgoci do wnętrza kabla.

16.8.10.2 Końce żył kabli powinny być zabezpieczone przed możliwością rozkręcania się poszczególnych drutów stanowiących żyłę poprzez oblutowanie lub założenie końcówek kablowych.

16.8.10.3 Powłoka ochronna kabla wprowadzonego do urządzenia powinna wchodzić do wnętrza urządzenia co najmniej 10 mm poza otwór wejścia.

16.8.10.4 Połączenia kabli w miejscach ich rozgałęzień należy wykonywać w gniazdach rozgałęznych za pomocą zacisków.

16.8.10.5 Jeżeli przy układaniu kabli wyniknie konieczność wykonania dodatkowych połączeń, należy je wykonywać w odpowiednich gniazdach rozgałęznych, wyposażonych w zaciski. Całe połączenie powinno być zabezpieczone przed działaniem czynników zewnętrznych. Dopuszczalność stosowania łączenia kabli i stosowania innych sposobów połączeń kabli, oprócz wyżej podanego, podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

16.8.10.6 Jeżeli w przestrzeni zamkniętej, oddzielonej grodzią wodoszczelną, zainstalowano gniazda rozgałęźne dla kabli przelotowych związanych z pracą ważnych urządzeń znajdujących się poza tą przestrzenią, to gniazda te powinny posiadać stopień ochrony obudowy IP X8.

17 ELEKTRYCZNY NAPĘD GŁÓWNY

17.1 Wymagania ogólne

17.1.1 Urządzenia elektryczne związane z elektrycznym napędem głównym powinny odpowiadać wymaganiom innych rozdziałów niniejszej części Przepisów, jeżeli wymagania niniejszego rozdziału nie stanowią inaczej.

17.1.2 Elektryczny napęd główny powinien zapewniać odpowiednią redundancję dzięki zastosowaniu jednego z wymienionych rozwiązań:

- .1 dwa silniki elektryczne napędzające poprzez sprzęgło wspólną przekładnię;
- .2 dwa oddzielne silniki napędzające własne wały;
- .3 pojedynczy wał z dwoma silnikami w układzie osobnym (tandem);
- .4 pojedynczy silnik z dwoma oddzielnymi, elektrycznie rozdzielonymi uzwojeniami napędzającymi pojedynczy wał;
- .5 dwa pędniki azymutalne;
- .6 dwa pędniki gondolowe;
- .7 inne rozwiązanie równoważne, uzgodnione każdorazowo z PRS.

17.1.3 Prądnice elektrycznego napędu głównego mogą być wykorzystywane do zasilania innych odbiorników, pod warunkiem utrzymania poziomu napięcia i częstotliwości zgodnie z wymaganiami 2.1.3, w dowolnym stanie pracy, łącznie z manewrami.

17.1.4 W pomieszczeniach maszyn elektrycznych, rozdzielnic i pulpity sterowniczych zaleca się stosować ogrzewanie elektryczne.

17.1.5 Pod silnikami i prądnicami elektrycznego napędu głównego należy zainstalować stałe oświetlenie.

17.1.6 Części maszyn elektrycznych napędu głównego (prądnic i silników elektrycznych) znajdujące się pod podłogą powinny mieć stopień ochrony obudowy nie mniejszy niż IP X4.

Można zastosować stopień ochrony IP X2, jeżeli maszyny są umieszczone w suchym przedziale lub chronione przed przenikaniem wody przez wodoszczelny fundament i jeżeli oprócz tego zastosowano sygnalizację działającą w przypadku pojawienia się wody w tym przedziale.

17.2 Dopuszczalne napięcie zasilające

Napięcia w układach elektrycznego napędu głównego okrętu nie powinny przekraczać wartości podanych w 4.2 lub 18.2.2.

17.3 Maszyny elektryczne

17.3.1 Chłodzenie i wentylacja

17.3.1.1 Prądnice i silniki elektrycznego napędu głównego z zamkniętym układem wentylacyjnym powinny być wyposażone w układy pomiaru temperatury powietrza i wody.

17.3.1.2 Układy zamkniętego obiegu wentylacji zaleca się wyposażyć w urządzenia do kontroli wilgotności powietrza oraz w sygnalizację świetlną i dźwiękową, działającą w przypadku, gdy temperatura powietrza chłodzącego przekroczy wartość dopuszczalną.

17.3.1.3 Należy zapewnić sygnalizację świetlną i dźwiękową, działającą w przypadku przekroczenia w prądnicach i silnikach elektrycznego napędu głównego wartości temperatury określonych w tabeli 3.2 Załącznika 2.

17.3.1.4 Silniki elektryczne napędu głównego z chłodzeniem powietrznym należy wyposażyć w sztuczną wentylację złożoną z dwóch wentylatorów, z których każdy powinien zapewniać wystarczającą wydajność w normalnych warunkach pracy silnika. Należy zastosować sygnalizację świetlną pracy i sygnalizację dźwiękową zatrzymania wentylatorów.

17.3.1.5 Prądnice i silniki należy wyposażyć w filtry do oczyszczania powietrza chłodzącego zarówno przy otwartym, jak i przy zamkniętym systemie wentylacji. Kanały wentylacyjne powinny być tak wykonane, aby woda nie mogła przedostać się do wnętrza maszyny.

17.3.1.6 Maszyny elektryczne chłodzone cieczą powinny mieć konstrukcję uniemożliwiającą dostawanie się wody zaburtowej do uzwojeń maszyn i powinny być wyposażone w urządzenia do kontroli pracy układu chłodzenia.

17.3.1.7 Układy chłodzenia cieczą maszyn wielowirnikowych powinny być oddzielne dla każdego wirnika.

17.3.2 Łożyska i ich smarowanie

17.3.2.1 Instalacja smarowania obiegowego łożysk maszyn elektrycznego napędu głównego powinna być wyposażona w dwie pompy olejowe, o wydajności każdej z nich wystarczającej do zapewnienia prawidłowej pracy maszyn w normalnych warunkach.

17.3.2.2 W przypadku zastosowania smarowania obiegowego łożysk, instalację smarowania należy wyposażyć w filtr oraz w zbiornik grawitacyjny o pojemności wystarczającej do zasilania olejem łożysk w ciągu co najmniej 15-minutowej pracy z wyłączoną pompą olejową, jeżeli nie zastosowano innych środków zapewniających normalne smarowanie łożysk w czasie od odcięcia zasilania silnika do zatrzymania się okrętu.

17.3.2.3 Instalacja smarowania obiegowego powinna mieć sygnalizację świetlną i dźwiękową działającą w przypadku obniżenia poziomu w zbiorniku grawitacyjnym. Należy zapewnić pomiar temperatury oleju na wylocie z łożysk.

17.3.3 Wzbudzenie maszyn elektrycznych

17.3.3.1 Wzbudzenie maszyn elektrycznych powinno być zasilane z co najmniej dwóch przekształtników energii elektrycznej, przy czym w przypadku uszkodzenia jednego z nich, pozostałe powinny zapewnić pokrycie całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną wzbudzenia również przy zwiększonym obciążeniu występującym przy manewrach.

Wzbudzenie maszyn elektrycznych może być zasilane z szyn rozdzielnicy głównej, jeżeli w każdych warunkach będą spełnione wymagania podane wyżej.

17.3.3.2 Układy wzbudzenia silników i prądnic prądu stałego powinny być tak wykonane, aby w przypadku zaniku lub przerwania wzbudzenia silnika elektrycznego napędu śruby następowało równocześnie odwzbudzenie prądnicy lub zredukowanie napięcia prądnicy do zera.

Wymaganie to może nie być spełnione dla systemów z dwoma i więcej silnikami, o stałej wartości prądu lub o stałej wartości napięcia prądu stałego, a także przy zastosowaniu specjalnego układu wzbudzenia, zapewniającego bezpieczeństwo maszyn w takiej sytuacji.

17.3.3.3 Obwody wzbudzenia powinny być wyposażone w urządzenia do rozładowania energii pola magnetycznego w przypadku nagłego rozwarcia obwodu (patrz też 5.4.3).

17.3.3.4 Układy wzbudzenia i automatyki ich sterowania powinny być tak wykonane, aby silniki elektryczne napędu głównego były zabezpieczone przed nadmiernym wzrostem prędkości obrotowej przy uszkodzeniu lub utracie śruby napędowej okrętu. W systemach o stałej wartości prądu wymagania to dotyczą wszystkich silników pętli stałoprądowej.

17.3.3.5 Jeżeli przewiduje się wykorzystanie układów wzbudzenia maszyn elektrycznych napędu głównego do zasilania innych mechanizmów lub urządzeń, to należy zastosować blokadę zapobiegającą wykorzystaniu tego zasilania w czasie pracy układu napędowego lub też w odpowiednim miejscu należy umieścić napis informujący, że to zasilanie może być wykorzystane tylko w czasie, gdy elektryczny napęd główny nie pracuje.

Powyższe wymaganie nie dotyczy rezerwowych układów wzbudzenia.

17.3.3.6 W systemach o stałej wartości prądu należy zastosować zabezpieczenie zapewniające wyłączenie wzbudzenia prądnic i silników przy przerwaniu obwodu prądu głównego.

17.4 Łączniki w obwodach głównych i w obwodach wzbudzenia

17.4.1 W obwodach wzbudzenia nie należy instalować żadnych wyłączników samoczynnych, z wyjątkiem tych, które służą do odwzbudzenia maszyn w przypadku zwarć lub innych uszkodzeń w obwodzie prądu głównego.

17.4.2 Jeżeli wymaga się zapewnienia ustalonej kolejności działania łączników, to należy zapewnić odpowiednią blokadę zapobiegającą nieprawidłowym łączeniom.

17.4.3 Przełączniki przeznaczone do przełączeń w stanie beznapięciowym powinny być wyposażone w urządzenia blokujące, zapobiegające ich załączeniu lub przełączeniu pod obciążeniem.

17.4.4 Załączanie i wyłączanie prądnic i silników w systemach o stałej wartości prądu powinno odbywać się przy wyłączonym wzbudzeniu, bez rozłączenia pętli stałoprądowej.

17.5 Sterowanie elektrycznym napędem głównym

17.5.1 Dla każdego elektrycznego napędu głównego należy przewidzieć główne stanowisko sterowania, znajdujące się w pomieszczeniu maszynowym.

Można zainstalować dodatkowe stanowiska zdalnego sterowania w miejscach sterowania okrętem.

17.5.2 Jeżeli sterowanie z rozdzielnicy lub pulpitu napędu głównego dokonywane jest za pomocą napędu elektrycznego, pneumatycznego lub hydraulicznego, to uszkodzenie tego napędu nie powinno powodować odłączenia napędu głównego, zaś stanowisko sterowania z rozdzielnicy lub pulpitu powinno być gotowe do bezzwłocznego przejścia na sterowanie ręczne.

17.5.3 W przypadku gdy jest kilka stanowisk sterowania elektrycznym napędem głównym, należy zainstalować odpowiedni przełącznik stanowisk znajdujący się w pomieszczeniu głównego stanowiska sterowania. Przełącznik taki powinien umożliwiać załączenie tylko jednego stanowiska sterowania.

17.5.4 Przełącznik stanowisk sterowania powinien mieć urządzenie blokujące, zabezpieczające przed przełączeniem sterowania z jednego stanowiska na drugie bez odwzbudzenia napędu głównego, co powinno być powiązane z ustawieniem dźwigni pracującego stanowiska w położenie „Stop”.

Sterowanie pracą elektrycznego napędu głównego można rozpoczynać tylko z położenia „Stop”, niezależnie od położenia dźwigni sterującej na załączanym stanowisku.

17.5.5 Stanowiska sterowania elektrycznym napędem głównym powinny spełniać wymagania podrozdziału 1.13 z Części VI – *Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*.

17.5.6 Dopuszcza się stosowanie połączonych mechanicznie i pracujących synchronicznie stanowisk sterowania elektrycznym napędem głównym, znajdujących się na głównym stanowisku dowodzenia. Należy jednakże zapewnić również możliwość sterowania pojedynczymi silnikami elektrycznymi głównego napędu jednostki.

17.5.7 Układ zdalnego sterowania elektrycznym napędem głównym powinien być tak skonstruowany, aby przekładanie dźwigni sterującej na głównym stanowisku sterowania mogło odbywać się bez zwłoki czasowej.

17.5.8 Układ zdalnego sterowania elektrycznym napędem głównym należy wyposażyć w blokadę, uniemożliwiającą uruchomienie silnika napędu głównego przy załączonej obracarce wału.

17.6 Elektryczne napędy główne z przekształtnikami półprzewodnikowymi

17.6.1 Wymagania ogólne

17.6.1.1 Moc źródeł prądu i odbiorników przyłączanych do szyn elektrycznego napędu głównego powinna być dobierana z uwzględnieniem spodziewanych odkształceń napięcia i prądu, spowodowanych pracą przekształtników i stanami przejściowymi maszyn, jak również spodziewanej asymetrii napięć.

17.6.1.2 Prądnice główne, przekształtniki, silniki napędowe oraz aparatura obwodu prądu głównego powinny wytrzymywać przeciążenie o wartości nie mniejszej niż 250% prądu znamionowego w ciągu 2 sekund.

17.6.1.3 Moc silników elektrycznych napędu głównego powinna być dobierana z uwzględnieniem spodziewanych odkształceń napięcia na wyjściu przekształtników półprzewodnikowych.

17.6.1.4 Prądnice główne i silniki elektryczne napędu głównego powinny mieć wymagane dla danego okrętu charakterystyki zewnętrzne przy zniekształceniach napięcia i prądu spowodowanych pracą przekształtników półprzewodnikowych.

17.6.1.5 Zdolność przeciążeniowa prądnic głównych i silników napędu głównego powinna odpowiadać warunkom eksploatacji na okręcie. Jeżeli jest to konieczne, należy zapewnić kompensację obniżenia zdolności przeciążeniowej, spowodowanego obecnością wyższych harmonicznych napięcia przy pracy przekształtników półprzewodnikowych.

17.6.1.6 Kondensatory filtrów stosowanych dla zmniejszenia zniekształceń napięcia w sieci powinny mieć urządzenia rozładowujące.

17.6.1.7 Odbiorniki energii elektrycznej, wymagające napięcia zasilającego wyższej jakości, powinny być zasilane z innego źródła energii lub powinny posiadać lokalne urządzenia do tłumienia wyższych harmonicznych do wymaganego poziomu.

17.6.2 Elektryczne napędy główne prądu przemiennie-stałego

17.6.2.1 Współczynnik pulsacji prądu silników napędowych zasilanych prądem wyprostowanym należy określać stosując wzór:

$$K_n = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n I_i^2}}{I_{dn}} \cdot 100\% \quad (17.6.2.1)$$

gdzie:

i – składowa harmoniczna;

I_i – wartość skuteczna prądu i -tej harmonicznej;

I_{dn} – składowa stała prądu wyprostowanego w warunkach znamionowych;

n – największa uwzględniona składowa harmoniczna.

Wartość współczynnika K_n dla silników napędowych zasilanych z prądnic prądu stałego nie powinna przekraczać 2%.

17.6.2.2 Prąd hamowania dynamicznego nie powinien przekraczać wartości 200% prądu znamionowego.

17.6.3 Elektryczne napędy główne prądu przemiennie-przemiennego

Moc prądnic głównych powinna być dobierana z uwzględnieniem spodziewanej nierówności obciążenia faz, spowodowanej zastosowaniem półprzewodnikowych przetworników częstotliwości.

17.7 Zabezpieczenia elektrycznego napędu głównego

17.7.1 Elektryczny napęd główny powinien mieć zabezpieczenia przed skutkami zwarć i przeciążeń. Działanie zabezpieczenia przed przeciążeniami powinno być poprzedzone załączeniem sygnalizacji świetlnej i dźwiękowej.

Zabezpieczenia przed skutkami przeciążeń nie powinny działać podczas przeciążeń przy manewrach okrętu.

17.7.2 Przekształtniki tyrystorowe w obwodach głównych i obwodach wzbudzenia prądnic i silników napędu głównego powinny mieć następujące zabezpieczenia:

- .1 przed wewnętrznymi i zewnętrznymi zwarciami i przeciążeniami;
- .2 przed przepięciami;
- .3 przed zmianą rodzaju pracy falownika (przewrotu), jeżeli przekształtnik przewidziany jest do pracy falownikowej;
- .4 przed zanikami napięcia zasilania w układach sterowania.

17.7.3 Nie należy instalować bezpieczników topikowych jako zabezpieczeń w obwodach głównych i w obwodach wzbudzenia maszyn elektrycznych.

17.7.4 Układy elektryczne powinny być wyposażone w kontrolę doziemienia z sygnalizacją przekroczenia przez prąd upływnościowy wartości 20 A.

17.7.5 W przypadku połączenia szeregowego prądnic prądu stałego należy przedsięwziąć środki zapobiegające zmianie kierunku obrotów dowolnego zespołu prądotwórczego przy zatrzymaniu się silnika napędowego prądnicy. Należy zastosować środki, aby w takim przypadku nie została przerwana praca całego układu napędowego, lecz aby została odłączona prądnica, której silnik napędowy zatrzymał się.

17.7.6 Należy zastosować środki ograniczające lub pochłaniające energię wytwarzaną przez silnik elektryczny napędu głównego w stanach przejściowych lub przy zmianie kierunku obrotów śruby napędowej, jeżeli taka energia mogłaby spowodować nadmierny wzrost prędkości obrotowej silników napędowych prądnic. Wzrost prędkości obrotowej elektrycznych silników napędu głównego nie powinien przekraczać wartości określonych w punkcie 2.10 z *Części VII – Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe*.

17.7.7 Elektryczny napęd główny powinien mieć odpowiednią blokadę, zapobiegającą samoczynnemu rozruchowi po zadziałaniu dowolnego zabezpieczenia.

17.8 Przyrządy pomiarowe i kontrolne

17.8.1 Należy zastosować co najmniej następujące przyrządy pomiarowe, umożliwiające stałą i bezpośrednią kontrolę charakterystycznych parametrów układu, mających wpływ na pracę elektrycznego głównego napędu:

- .1 amperomierz w obwodzie prądu głównego;
- .2 woltomierz w obwodzie prądu głównego;
- .3 amperomierz w obwodzie wzbudzenia, w układach z regulowanym wzbudzeniem;
- .4 woltomierz w obwodzie wzbudzenia, w układach z regulowanym wzbudzeniem;

.5 obrotomierz silników elektrycznych napędu głównego lub wałów śrubowych.

W układach prądu przemiennego należy zapewnić dodatkowo:

- .6** częstotściomierz;
- .7** urządzenie synchronizujące w przypadku pracy równoległej prądnic;
- .8** watomierz.

17.8.2 Elektryczny napęd główny powinien być wyposażony w przyrząd do kontroli rezystancji izolacji.

Obwód prądu głównego powinien mieć ciągłą kontrolę rezystancji izolacji oraz sygnalizację świetlną i dźwiękową, działającą w przypadku obniżenia rezystancji izolacji.

17.8.3 Każde stanowisko sterowania powinno mieć świetlną sygnalizację obecności napięcia w obwodach sterowania.

17.9 Sprzęgła elektryczne

17.9.1 Wymagania ogólne

17.9.1.1 Wymagania niniejszego podrozdziału mają zastosowanie również do sprzęgieł elektrycznych, instalowanych w innych układach niż napęd główny.

17.9.1.2 Sprzęgła elektryczne powinny mieć konstrukcję umożliwiającą ich demontaż bez konieczności demontażu silnika lub przekładni.

17.9.1.3 Sprzęgła elektryczne powinny być tak skonstruowane i umieszczone, aby zapewniony był do nich swobodny dostęp w celu obsługi, wymiany szczotek i pomiaru wielkości szczeliny powietrznej bez konieczności demontażu sprzęgła.

17.9.1.4 Korpus i tarcze łożyskowe powinny być wykonane ze stali lub z materiału o równorzędnej wytrzymałości.

17.9.1.5 Wirujące części oraz uzwojenia sprzęgieł powinny być tak skonstruowane lub zamocowane, aby w przypadku nagłego zatrzymania nie mogło nastąpić ich uszkodzenie.

17.9.1.6 Sprzęgła elektryczne nie powinny wytwarzać sił poosiowych. Stopień wyważenia sprzęgieł powinien odpowiadać wymaganiom podrozdziału 4.1 z Części VII – Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe.

17.9.1.7 Moment maksymalny w stanie forsowania wzbudzenia nie powinien przekraczać 2-krotnej wartości momentu znamionowego sprzęgła.

17.9.2 Zabezpieczenia i blokady

17.9.2.1 Układ połączeń sprzęgła powinien być tak wykonany lub powinna być zastosowana taka blokada, aby wykluczona była możliwość podania wzbudzenia na sprzęgło w czasie rozruchu lub nawrotu silnika głównego.

17.9.2.2 Przy pracy kilku silników głównych na wspólną przekładnię należy zastosować blokadę, uniemożliwiającą równoczesne załączenie wirujących w przeciwne strony silników elektrycznych napędu głównego.

17.9.3 Wzbudzenie sprzęgieł elektrycznych

17.9.3.1 Uzwojenia wzbudzenia sprzęgieł elektrycznych powinny być zabezpieczone od skutków zwarć i od przepięć.

17.9.3.2 W obwodzie wzbudzenia sprzęgła elektrycznego powinny być zainstalowane co najmniej:

- .1 łącznik dwubiegunowy;
 - .2 układ rozładowania strumienia magnetycznego;
 - .3 zabezpieczenia zwarciovowe.
-

18 WYMAGANIA DODATKOWE DLA URZĄDZEŃ O NAPIĘCIU POWYŻEJ 1000 V

18.1 Wymagania ogólne

Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do wyposażenia elektrycznego o napięciu powyżej 1000 V do 15 000 V prądu przemiennego i stanowią uzupełnienie mających zastosowanie wymagań zawartych w innych rozdziałach niniejszej części *Przepisów*.

18.1.1 W urządzeniach elektrycznych o napięciu powyżej 1000 V powinny być zastosowane takie materiały izolacyjne, aby w czasie długotrwałej eksploatacji okrętu zapewniona była rezystancja izolacji równa co najmniej $2000 \Omega/V$ napięcia znamionowego.

18.1.2 Przy wejściu do zamkniętych pomieszczeń ruchu elektrycznego i na obudowach urządzeń elektrycznych ustawionych poza tymi pomieszczeniami należy umieścić napisy ostrzegawcze podające wysokość napięcia.

18.1.3 W skrzynkach i gniazdach rozgałęźnych oraz w skrzynkach zaciskowych urządzeń elektrycznych o napięciu powyżej 1000 V nie mogą być instalowane złącza lub wykonywane połączenia przewodów na inne, niższe napięcia.

18.2 Rozdział energii elektrycznej

18.2.1 Układy rozdzielcze

18.2.1.1 W instalacjach okrętowych można stosować następujące układy rozdziału energii elektrycznej:

- .1 trójprzewodowy izolowany;
- .2 trójprzewodowy z punktem zerowym uziemionym bezpośrednio do kadłuba okrętu;
- .3 trójprzewodowy z punktem zerowym uziemionym do kadłuba przez niskoomową rezystancję (wartość rezystancji należy dobrać tak, aby prąd zwarcia doziemnego był zawarty w granicach od 0,2 do 1,0 znamionowego prądu obciążenia największej prądnic);
- .4 trójprzewodowy z punktem zerowym uziemionym do kadłuba okrętu przez wysokoomową rezystancję (wartość rezystancji powinna być równa lub nieco mniejsza od 1/3 wartości reaktancji pojemnościowej między fazą a kadłubem okrętu).

18.2.1.2 Całkowita rezystancja uziemienia punktu zerowego powinna być tak dobrana, aby prąd zwarcia płynący przez kadłub okrętu nie przekroczył wartości prądu znamionowego największej prądnic i był co najmniej trzykrotnie większy od prądu niezbędnego do zadziałania każdego zabezpieczenia zastosowanego do ochrony w przypadku zwarc z kadłubem okrętu.

Dopuszcza się przyłączenie wszystkich rezystancji do wspólnej szyny uziemniającej, mającej połączenie z kadłubem okrętu w co najmniej dwóch miejscach.

Połączenia z kadłubem powinny być tak wykonane, aby mogące wystąpić w tych połączeniach prądy wirowe nie zakłócały pracy urządzeń elektronicznych (np. urządzeń elektronawigacyjnych, łączności, sterujących).

18.2.1.3 Szyny zbiorcze rozdzielnic głównej powinny być podzielone na co najmniej dwie sekcje, odłączane za pomocą wyłączników, rozłączników lub rozłączników izolacyjnych. Każda z nich powinna być zasilana przez co najmniej jedną prądnicę. Alternatywnie można zastosować co najmniej dwie oddzielne rozdzielnice, połączone między sobą kablem wyposażonym w wyłączniki umieszczone na obu jego końcach.

Odbiorniki energii elektrycznej rezerwowe względem siebie powinny być rozdzielone pomiędzy sekcje lub, w przypadku zastosowania oddzielnych rozdzielnic, pomiędzy rozdzielnice. Do zasilania obwodów pomocniczych należy przewidzieć co najmniej jedno niezależne źródło zasilania dla

każdej sekcji. Niektóre odbiorniki, których wykaz należy uzgodnić z PRS, powinny mieć możliwość zasilania z obu sekcji.

18.2.1.4 Punkty zerowe prądnic powinny być uziemione poprzez rezystancję w rozdzielnicy głównej lub bezpośrednio na prądnicę.

18.2.1.5 W celu konserwacji lub pomiaru rezystancji w przewodzie zerowym każdej prądnicy należy zainstalować odłącznik do rozłączania uziemienia punktu zerowego prądnicy.

18.2.1.6 Przy stosowaniu układu z uziemionym punktem zerowym należy uniemożliwić przepływ prądu zwarciovego od urządzenia lub kabla do kadłuba okrętu w strefach zagrożonych wybuchem.

18.2.2 Napięcia dopuszczalne

Należy stosować napięcia znamionowe o wartościach podanych w tabeli 18.2.2.

Tabela 18.2.2

Napięcie znamionowe międzyfazowe [kV]	Częstotliwość znamionowa [Hz]
3/3,3	50 lub 60
6/6,6	50 lub 60
10/11	50 lub 60
15	50 lub 60

18.2.3 Zasilanie z zewnętrznego źródła energii elektrycznej

Zakres zastosowania zasilania z zewnętrznego źródła energii elektrycznej należy każdorazowo uzgodnić z PRS.

18.3 Zabezpieczenia

18.3.1 Wymagania ogólne

18.3.1.1 W przypadku stosowania różnych napięć w jednym urządzeniu należy zastosować środki uniemożliwiające przeniesienie wyższego napięcia do obwodów o napięciu niższym.

18.3.1.2 Zabezpieczenia przeciążeniowe powinny być zastosowane we wszystkich fazach. W zabezpieczeniach przeciążeniowych nie należy stosować bezpieczników.

18.3.1.3 Instalacje na napięcia wyższe niż 1000 V powinny być wyposażone w świetlną i dźwiękową sygnalizację zwarcia z kadłubem okrętu.

18.3.2 Zabezpieczenia prądnic

18.3.2.1 Prądnice powinny mieć zabezpieczenia przed skutkami zwarć z kadłubem okrętu oraz zwarć międzyfazowych w kablu łączącym prądnicę z rozdzielnicą główną.

18.3.2.2 Prądnice powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami wewnętrznymi.

18.3.2.3 Należy zapewnić odwzbudzenie prądnic w przypadku zadziałania dowolnego rodzaju zabezpieczenia stanowiącego ochronę prądnicy.

18.3.3 Zabezpieczenia transformatorów

18.3.3.1 Transformatory powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć i przeciążeń.

18.3.3.2 Transformatory po stronie niższego napięcia powinny być zabezpieczone przed skutkami przepięć ze strony wyższego napięcia. Rodzaj zabezpieczenia należy uzgodnić z PRS.

18.3.3.3 Jeżeli transformatory przeznaczone są do pracy równoległej to zadziałanie zabezpieczenia po stronie pierwotnej powinno spowodować rozłączenie obwodu po stronie wtórnej.

18.3.3.4 Transformatory pomiarowe napięcia powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć i przeciążeń po stronie wtórnej.

18.4 Uziemienia ochronne

18.4.1 Rozdzielnice w osłonie metalowej powinny być wyposażone w miedziany przewód uziemiający ułożony wzdłuż całej ich długości, połączony w co najmniej dwóch miejscach z kadłubem okrętu. Gęstość prądu 1-sekundowego zwarcia doziemnego w tym przewodzie nie powinna przekraczać 150 A/mm^2 , a przekrój przewodu nie powinien być mniejszy niż 30 mm^2 . Osłony przedziałów i pól należy łączyć z przewodem uziemiającym bezpośrednio lub za pomocą metalowych części konstrukcji. Połączenia spawane i skręcane powinny zapewnić właściwą ciągłość uziemienia, przy czym dla połączeń skręcanych powierzchnie zestyku muszą być zabezpieczone przed korozją przez zastosowanie odpowiednich pokryć antykorozyjnych. Połączenia uziemiające powinny uwzględniać maksymalny prąd zwarcia doziemnego, obliczony z uwzględnieniem sposobu uziemienia punktu zerowego sieci oraz czasu niezbędnego do zadziałania urządzeń zabezpieczających.

18.4.2 Uziemienia metalowych części wyłączników wysuwnych lub członów ruchomych powinny być skuteczne w każdym położeniu ustalonym i pośrednim.

18.4.3 Drzwi pomieszczeń zawierających urządzenia wysokiego napięcia należy łączyć z uziemioną konstrukcją za pomocą linki miedzianej o przekroju nie mniejszym niż 6 mm^2 .

18.4.4 Metalowe obudowy innych urządzeń wysokiego napięcia powinny być uziemione za pomocą giętkich przewodów miedzianych o przekroju takim, aby gęstość prądu 1-sekundowego zwarcia doziemnego nie przekraczała 150 A/mm^2 , lecz nie mniejszym niż 16 mm^2 .

18.4.5 Uzwojenia wtórne przekładników prądowych i napięciowych należy uziemiać przewodem miedzianym o przekroju 4 mm^2 .

18.4.6 Przewody uziemiające powinny być oznakowane.

18.5 Rozmieszczenie i stopień ochrony wyposażenia elektrycznego

18.5.1 Urządzenia elektryczne należy instalować w pomieszczeniach zamkniętych ruchu elektrycznego; urządzenia te powinny mieć stopień ochrony obudowy co najmniej IP 23.

Skrzynki zaciskowe wirujących maszyn elektrycznych powinny mieć stopień ochrony obudowy co najmniej IP 44. Stopień ochrony obudowy aparatury łączeniowej, kontrolnej oraz przetwornic powinien wynosić co najmniej IP 32.

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się ustawienie urządzeń elektrycznych poza zamkniętymi pomieszczeniami ruchu elektrycznego, jeżeli posiadają stopień ochrony obudowy co najmniej IP 4X, a dostęp do części znajdujących się pod napięciem jest możliwy tylko w stanie beznapięciowym lub przy zastosowaniu specjalnych narzędzi.

18.5.2 W pomieszczeniach zamkniętych ruchu elektrycznego powinien znajdować się przejrzysty schemat połączeń i rozmieszczenia urządzeń elektrycznych.

18.5.3 Jeżeli wyposażenie elektryczne nie posiada własnych obudów, to jako obudowę traktuje się pomieszczenie, w którym to wyposażenie zostało zainstalowane. Drzwi wejściowe do pomieszczenia powinny być wyposażone w blokadę uniemożliwiającą wejście do tego pomieszczenia dopóki zasilanie nie zostanie odłączone, a wyposażenie uziemione.

18.6 Rozdzielnice



18.6.1 Rozdzielnice powinny mieć drzwi zamykane specjalnym kluczem, innym niż rozdzielnice i urządzenia niższego napięcia.

Otwarcie drzwi powinno być możliwe tylko wtedy, gdy część obwodu głównego, znajdująca się w przedziale lub polu rozdzielnicy, które stają się dostępne, jest wyłączona spod napięcia.

18.6.2 Wyłączniki stosowane w rozdzielnicach powinny być typu wysuwnego. Wyłączniki lub ich człony ruchome z aparaturą powinny mieć urządzenia mechaniczne ustalające ich położenie w stanie pracy, w stanie próby (obwody sterownicze połączone) oraz w stanie odłączenia (tory główne i obwody sterownicze odłączone, a ponadto w obwodzie głównym istnieje bezpieczna przerwa izolacyjna na każdym z biegunów).

Powinno być zapewnione samoczynne osłonięcie przegrodami izolacyjnymi nieruchomych styków złączy wtykowych, znajdujących się pod napięciem po wysunięciu wyłącznika lub członu ruchomego do położenia próby, położenia odłączenia lub po całkowitym wysunięciu z rozdzielnicy.

Wysunięcie lub wsunięcie wyłącznika lub członu ruchomego do położenia pracy powinno być możliwe tylko w stanie otwarcia łącznika.

Jeżeli do działania wyłączników i rozłączników jest wymagana energia elektryczna lub inna, to należy zapewnić zapas tej energii wystarczający do wykonania dwóch pełnych przełączeń przez każdy z łączników. Wyłączanie z powodu zadziałania zabezpieczenia przeciążeniowego, zwarciovowego lub podnapięciowego powinno być niezależne od zmagazynowanej energii.

18.6.3 W celu zwierania ze sobą oraz z kadłubem okrętu szyn zbiorczych i obwodów odchodzących z rozdzielnicy, w rozdzielnicy powinny być zainstalowane łączniki dobrane na maksymalny prąd zwarcia.

Możliwość zastosowania przenośnego urządzenia zwierającego zamiast stacjonarnego podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

18.6.4 Wzdłuż rozdzielnic wolnostojących należy zapewnić przejścia do kontroli rozdzielnicy i aparatury elektrycznej, przy czym szerokość przejścia powinna być nie mniejsza niż 800 mm dla przejść pomiędzy rozdzielnicą i ścianką i 1000 mm dla przejść pomiędzy równoległe ustawionymi sekcjami rozdzielnicy.

Jeżeli takie przejścia są przeznaczone do obsługi rozdzielnicy, to ich szerokość powinna być zwiększona i powinna wynosić odpowiednio 1000 i 1200 mm.

Szerokości te wymagane są niezależnie od rodzaju zastosowanych środków ochrony przed dotknięciem.

18.6.5 Części urządzeń elektrycznych znajdujące się pod napięciem powinny być umieszczone w nie mniejszej odległości od przegród i osłon ochronnych, niż podano w tabeli 18.6.5.

Tabela 18.6.5

Lp.	Napięcie znamionowe, [kV]	Minimalna wysokość przejścia, [mm]	Minimalne odległości części znajdujących się pod napięciem od przegród i osłon ochronnych, które stanowią: [mm]	
			Szczelne drzwi i przegrody	Poręcze izolacyjne
1	3/3,3	2500	70	600
2	6/6,6	2500	100	600
3	10/11	2500	140	700
4	15	2500	180	700

W przypadku wystąpienia konieczności zastosowania mniejszych odległości konieczne jest przeprowadzenie próby impulsu napięciowego.

18.6.6 Wyposażenie rozdzielnic powinno obejmować urządzenia do redukcji nadciśnienia w razie powstania wewnętrznego łuku zwarciovego, zabezpieczające obudowy rozdzielnic przed uszkodzeniem. Urządzenia powinny być tak usytuowane, aby wpływ gorących i zjonizowanych gazów nie stanowił zagrożenia dla personelu, innych urządzeń oraz pomieszczenia, w którym rozdzielnica się znajduje.

Wystąpienie zwarcia łukowego powinno powodować natychmiastowe wyłączenie uszkodzonego obwodu.

18.7 Maszyny elektryczne

18.7.1 W prądnicach i silnikach elektrycznych wszystkie końce uzwojeń stojana powinny być wyprowadzone do oddzielnej skrzynki zaciskowej.

18.7.2 Maszyny powinny być wyposażone w czujniki temperatury w uzwojeniach stojana, które w przypadku przekroczenia temperatury dopuszczalnej powinny uruchomić sygnalizację optyczną i dźwiękową w miejscu, gdzie znajduje się obsługa. W przypadku zastosowania czujników wbudowanych należy przewidzieć zabezpieczenie obwodu przed skutkami przepięć.

18.7.3 Należy zainstalować odpowiednie elementy grzejne w celu zapobieżenia gromadzenia się wilgoci i skraplania pary wodnej wewnątrz maszyny w czasie postoju. Zaleca się, żeby elementy grzejne były automatycznie włączane przy zatrzymaniu maszyny i wyłączane przy jej rozruchu.

18.7.4 Jeżeli maszyny są chłodzone czynnikiem chłodniczym, to wymienniki ciepła maszyn wirujących powinny być wykonane z rur o podwójnej ścianie. W miejscu ze stałą obsługą należy zainstalować świetlną i dźwiękową sygnalizację alarmu o przecieku z chłodnicy.

Oprócz standardowych prób wymaganych dla maszyn wirujących, należy przeprowadzić próbę wysokim napięciem na pojedynczych zezwojach w celu wykazania odpowiedniego poziomu wytrzymałości izolacji międzyzwojowej na pionowe czołowe udary łączeniowe. Próba ta ma zastosowanie do zezwojów maszyn zarówno w układach uziemionych, jak i izolowanych i jest traktowana jako próba wyrobu. Próba powinna być wykonana zgodnie z normą PN-EN 60034-15. Dopuszcza się przeprowadzenie próby w inny, zaproponowany przez producenta sposób, po uprzednim uzgodnieniu z PRS.

18.8 Transformatory

18.8.1 Należy stosować transformatory suche. Ekran między uzwojeniami wyższego i niższego napięcia powinny być uziemione.

18.8.2 Zastosowanie transformatorów innego typu należy każdorazowo uzgodnić z PRS.

18.8.3 Odłączenie transformatora po stronie wyższego napięcia powinno powodować wyłączenie wyłącznika po stronie niższego napięcia.

18.8.4 Jeżeli po stronie niższego napięcia transformatora napięcie nie przekracza 1000V, a uzwojenia mają izolowany punkt zerowy, to pomiędzy punktem zerowym każdego transformatora a kadłubem okrętu powinien być ogranicznik przepięć. Ogranicznik ten powinien być dobrany na zadziałanie przy napięciu nie przekraczającym 80% minimalnego napięcia probierczego stosowanego do urządzeń zasilanych z danego transformatora.

18.8.5 Równolegle do ogranicznika przepięć mogą być przyłączone urządzenia do kontroli stanu izolacji lub do wykrywania miejsca uszkodzenia izolacji sieci o niższym napięciu, zasilanej z danego transformatora. Działanie tych urządzeń nie powinno mieć wpływu na działanie ogranicznika przepięć.

18.9 Sieć kablowa

18.9.1 Sieć kablowa trójfazowego prądu przemiennego powinna być wykonana przy użyciu kabli trójżyłowych z żyłami wielodrutowymi.

18.9.2 Przekrój poprzeczny żyły kabli energetycznych nie powinien być mniejszy niż 10 mm².

18.9.3 Rodzaje kabli stosowanych w sieciach o napięciu powyżej 1000V należy uzgodnić z PRS.

18.9.4 Kable sieci o napięciu powyżej 1000V powinny być układane oddzielnie od kabli sieci o napięciu do 1000V i powinny być wyraźnie oznaczone.

18.9.5 Przy układaniu kabli powinny być spełnione następujące warunki:

- .4 kable sieci wysokiego napięcia o różnych wysokościach napięć w sieci mogą być układane we wspólnym torze, pod warunkiem że izolacja wszystkich kabli ułożonych wspólnie jest obliczona na najwyższe napięcie znamionowe występujące w danym torze;
- .5 kable przechodzące przez nadbudówkę powinny być prowadzone w rurach kablowych lub zamkniętych kanałach;
- .6 odległości pomiędzy zewnętrznymi powłokami kabli obwodów o różnych napięciach znamionowych powinny być równe odległościom wymienionym w kolumnie 4 tabeli 18.6.5;
- .7 kable przechodzące poza zamkniętymi pomieszczeniami ruchu elektrycznego powinny być ułożone w metalowych uziemionych rurach lub kanałach albo być osłonięte uziemionymi metalowymi osłonami.

18.9.6 Zabrania się stosowania skrzynek połączeniowych lub stosowania innych analogicznych środków do likwidacji przerw, uszkodzeń lub do przedłużania kabli.

18.9.7 Napięcia znamionowe kabli nie mogą być niższe niż napięcia znamionowe obwodów, w których są stosowane. W układach z punktem zerowym uziemionym do kadłuba statku przez wysokoomową rezystancję bez automatycznego odłączania obwodów z uszkodzoną izolacją, a także w układach z izolowanym punktem zerowym, napięcia znamionowe kabli nie mogą być niższe niż międzyfazowe napięcia znamionowe obwodów.

18.10 Próby napięciowe

Każdy układ kablowy należy przed oddaniem do użytku sprawdzić przez wykonanie:

- .1 pomiaru rezystancji izolacji,
- .2 próby napięciowej napięciem prądu stałego, U , spełniającym warunek:

$$U \geq 1,6(2,5 U_o + 2), \quad [\text{kV}] \quad (18.10.1-1)$$

dla kabli na napięcia znamionowe nie przekraczające 3,6 kV, oraz

$$U \geq 4,2 U_o, \quad [\text{kV}] \quad (18.10.1-2)$$

dla kabli na napięcia znamionowe wyższe niż 3,6 kV,

gdzie:

U_o – napięcie znamionowe, na które kable zostały wykonane, mierzone pomiędzy przewodem a uziemieniem lub ekranem, [kV].

Kabel powinien być pod napięciem przez czas minimalny 15 minut. Po próbie żyły kabla powinny zostać uziemione na czas dostateczny do usunięcia nagromadzonych ładunków elektrostatycznych;

.3 pomiaru rezystancji izolacji po próbie napięciowej.

Alternatywnie może być przeprowadzona próba napięciem zmiennym zgodnie z zaleceniami producenta kabla, ale przy napięciu nie niższym niż napięcie pracy, przez okres co najmniej 24 godzin.

Dopuszcza się również przeprowadzenie prób w oparciu o publikację IEC 60502.

19 SYSTEMY POZYCJONOWANIA DYNAMICZNEGO

19.1 Wymagania ogólne

19.1.1 Systemy pozycjonowania dynamicznego powinny spełniać oprócz wymagań niniejszych Przepisów, odnoszących się do wchodzących w skład systemu urządzeń i instalacji: systemu energetycznego, systemu napędowego i systemu sterowania, wymagania Publikacji 120/P Polskiego Rejestru Statków „Wymagania dla statków i obiektów z systemami pozycjonowania dynamicznego (DP)”

19.1.2 System pozycjonowania dynamicznego zainstalowany na okręcie powinien posiadać certyfikat wystawiony przez Polski Rejestr Statków.

20 UKŁADY ZDALNEGO STEROWANIA I AUTOMATYKI

20.1 Zakres zastosowania

Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do wszystkich układów sterowania, niezależnie od zakresu automatyki zastosowanego na okręcie.

20.2 Wymagania konstrukcyjne

20.2.1 Wymagania ogólne

20.2.1.1 Skomputeryzowane układy automatyki powinny spełniać wymagania określone w wydanej przez PRS Publikacji 9/P – Wymagania dla systemów komputerowych.

20.2.1.2 Urządzenia zautomatyzowane, poza wyposażeniem ich w układ automatycznego lub zdalnego sterowania oraz w niezbędnym zakresie w układy kontrolne, powinny również mieć możliwość ręcznego sterowania lokalnego.

W każdym przypadku uszkodzenia w układzie sterowania automatycznego lub zdalnego powinna być zachowana możliwość sterowania lokalnego.

20.2.1.3 W przypadku zdalnego sterowania mechanizmami lub instalacją, obsługujący powinien mieć możliwość wystarczającego sprawdzenia ze stanowiska sterowania, czy zadana czynność została wykonana przez układ sterowania.

20.2.1.4 W przypadku, gdy jest przewidziane stanowisko zdalnego sterowania napędem głównym z mostka nawigacyjnego, jak również stała obsługa w maszynowni, należy przewidzieć możliwość sterowania lokalnego w razie uszkodzenia układu zdalnego sterowania.

Ponadto należy przewidzieć możliwość sterowania lokalnego mechanizmami pomocniczymi ważnymi dla napędu i bezpieczeństwa okrętu.

20.2.1.5 Zaleca się stosowanie układów sterowania, które charakteryzują się globalną stabilnością asymptotyczną, co oznacza, że wartość zadana może być osiągnięta dopiero w nieskończoności.

20.2.1.6 Na okrętach, na których przewidziana jest jednoosobowa obsługa w maszynowni, niezbędny zakres sterowania zdalnego lub automatycznego podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS, z uwzględnieniem usytuowania stanowiska sterowania oraz sposobu organizacji nadzoru nad pracą urządzeń maszynowych, a także właściwości eksploatacyjnych tych urządzeń.

20.2.1.7 Powinna istnieć możliwość wyłączenia automatycznych lub zdalnie sterowanych mechanizmów zasadniczych i systemów w celu umożliwienia bezpiecznego przeprowadzenia kontroli i obsługi technicznej tych mechanizmów i systemów.

20.2.1.8 Awaria zewnętrznych systemów sterowania dla zasadniczych funkcji bezpieczeństwa powinna zainicjować alarm dźwiękowy i wizualny na odpowiednich stanowiskach dowodzenia. Powinno być możliwym zastąpienie układu sterowania automatycznego sterowaniem ręcznym w celu odzyskania kontroli nad mechanizmem lub systemem.

20.2.1.9 System sterowania w razie awarii powinien być bezpieczny. Warunki awaryjne powinny zostać ustalone i uzgodnione z kompetentnym organem Marynarki Wojennej.

20.2.1.10 Integralność podstawowych mechanizmów lub systemów powinna zostać zademonstrowana w czasie normalnej eksploatacji i warunkach awarii.

20.2.1.11 Wszelkie narzucone ograniczenia dotyczące sprzętu powinny znaleźć odzwierciedlenie w projekcie systemu.

20.2.1.12 Systemy powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby nie wpłynęły w sposób nadmierny na żaden inny system (nawet w warunkach awaryjnych).

20.2.1.13 Awaria jednej części zintegrowanego systemu nie powinna wpływać na funkcjonalność innych części, z wyjątkiem tych funkcji bezpośrednio zależnych od wadliwej części.

20.2.1.14 Należy zastosować niezależną metodę o wysokiej integralności, która pozwala odłączyć od mechanizmu wszystkie źródła energii i ustawić mechanizm w znanym stanie bezpiecznym.

20.2.2 Wymagania dla elementów i zespołów automatyki

20.2.2.1 Elementy i zespoły stosowane w układach automatyki powinny dodatkowo odpowiadać odpowiednim wymaganiom zawartym w innych częściach Przepisów.

20.2.2.2 Poszczególne elementy i zespoły układów oraz ich zewnętrzne przyłącza powinny być wyraźnie i trwale oznaczone. Oznaczenia te powinny umożliwiać łatwą i jednoznaczną identyfikację z dokumentacją techniczną, a w przypadku czujników – zawierać również ich przeznaczenie i wartość nastawy.

20.2.2.3 Urządzenia tłumiące (amortyzatory), stosowane dla zabezpieczenia elementów i zespołów przed wpływem uderzeń i drgań, powinny być wyposażone w ograniczniki chroniące je przed uszkodzeniem w przypadku nadmiernych amplitud kołysań.

20.2.2.4 Elementy regulacyjne przeznaczone do ustalenia nastawy powinny być zabezpieczone przed samoczynną zmianą ustalonego ustawienia, przy czym w przypadku zmiany nastawy powinna być zachowana możliwość powtórzenia ich zabezpieczenia.

20.2.2.5 Powierzchnie przewodzące złączy wtykowych powinny być tak wykonane, aby zapobiec wzrostowi oporności styku, ograniczającemu poprawne funkcjonowanie urządzenia.

20.2.2.6 Na wejściu kabli i wiązek przewodów do elementów, a także przy podłączeniach do części ruchomych, należy stosować środki dla odciążenia elementów od wpływu naciągu kabli i przewodów.

20.2.2.7 Wymienne bloki (kasety) posiadające złącza wtykowe powinny być tak wykonane, aby uniemożliwić pomyłkę przy ich wymianie, a także powinny posiadać możliwość skutecznego i trwałego zamocowania w pozycji pracy.

Jeżeli właściwości konstrukcyjne lub funkcjonalne elementu lub zespołu tego wymagają, to powinny one mieć oznaczoną trwale pozycję poprawnego zamontowania lub powinny być tak wykonane, aby zamontowanie ich w innej pozycji, niż prawidłowa, było niemożliwe.

20.2.2.8 Płytki obwodów drukowanych po stronie, na której rozmieszczone są ścieżki prądowe, należy pokrywać lakierem elektroizolacyjnym.

20.2.2.9 Mechanizmy wykonawcze (siłowniki, nastawniki itp.) powinny być wykonane tak, aby niemożliwe były samoczynne, nie kontrolowane przemieszczenia ich elementów roboczych.

20.2.2.10 Elementy i zespoły pneumatyczne i hydrauliczne powinny wytrzymywać bez uszkodzeń przeciążenia wywoływane półtorakrotnym wzrostem ponad wartość nominalną ciśnienia czynnika roboczego.

20.2.2.11 Czujniki ciśnienia należy podłączać do instalacji za pomocą kurków trójdrożnych pozwalających na podanie ciśnienia kontrolnego, odpowietrzenie przewodu i odcięcie uszkodzonego czujnika.

20.2.2.12 Elementy oraz zespoły pneumatyczne i hydrauliczne powinny zachowywać swoje charakterystyki funkcjonalne przy odchyleniach ciśnienia zasilania o $\pm 20\%$ od wartości nominalnej.

20.2.2.13 Czujniki temperatury instalowane na rurociągach transportujących czynniki palne należy montować w odpowiednich gniazdach.

20.2.3 Wymagania dla układów automatyki

20.2.3.1 Wszystkie układy sterowania ważne dla napędu, sterowania oraz bezpieczeństwa okrętu powinny być niezależne lub tak zaprojektowane, aby uszkodzenie jednego układu nie powodowało zakłócenia w działaniu pozostałych układów.

20.2.3.2 Obwody elektryczne lub elektroniczne układów automatyki powinny być wyposażone w urządzenia zabezpieczające, zapewniające selektywne odłączenie uszkodzonych części układu.

20.2.3.3 Poszczególne układy automatyki powinny być wykonane tak, aby uszkodzenie w jednym obwodzie lamp, syren itp. urządzeń sygnalizacji nie powodowało zakłóceń w pracy pozostałych obwodów.

20.2.3.4 Zanik zasilania w układach sterowania automatycznego lub zdalnego nie powinien prowadzić do stanów niebezpiecznych.

20.2.3.5 Układy automatyki powinny być wykonane z takich elementów i zespołów, aby ich wymiana na inne tego samego typu nie wpływała na pracę układu. Niezbędna regulacja powinna być możliwa za pomocą prostych środków.

20.2.3.6 Układy automatyki należy zabezpieczyć przed możliwością błędnego zadziałania w wyniku krótkotrwałych zmian parametrów, powodowanych kołysaniem okrętu, załączaniem lub wyłączaniem mechanizmów i tym podobnych zmian parametrów.

20.2.3.7 Układy automatyki powinny być tak wykonane, aby uszkodzenia tych układów nie prowadziły do stanów niebezpiecznych oraz nie powodowały uszkodzeń wtórnych w tych układach i obsługiwanych przez nie urządzeniach zautomatyzowanych.

20.2.3.8 Każdy układ sterowania zdalnego lub automatycznego powinien być tak wykonany, aby po awaryjnym zatrzymaniu przez układ bezpieczeństwa ponowne uruchomienie urządzenia nie mogło nastąpić samoczynnie (np. bez sprowadzenia elementu sterowniczego do pozycji wyjściowej). Inne rozwiązania są dopuszczalne po uzgodnieniu lub na żądanie Polskiego Rejestru Statków.

20.2.3.9 Elementy wymienne i regulowane układów automatyki, a także punkty pomiarowe powinny być tak rozmieszczone, aby stale zapewniony był do nich swobodny dostęp.

20.2.3.10 Elementy i zespoły układów automatyki należy wykonywać tak, aby zapewniona była możliwość przeprowadzenia pomiarów kontrolnych w czasie pracy.

20.2.3.11 Zakres pomiarowy czujników o działaniu analogowym powinien przekraczać zakres zmian sygnału wejściowego (parametru mierzonego) o co najmniej 20%.

20.2.3.12 Pneumatyczne układy automatyki powinny być wyposażone w skutecznie działające urządzenia zapewniające wymagany stopień czystości i suchości powietrza.

20.2.3.13 Stosowane w pneumatycznych układach automatyki napędu głównego i elektrowni okrętowej urządzenia odwadniające i filtrujące powinny być zdwojone i połączone między sobą w taki sposób, aby istniała możliwość pracy jednego z nich w czasie, gdy drugie jest odłączone. Można nie stosować podwójnych urządzeń odwadniających i filtrujących, jeżeli ich oczyszczanie odbywa się automatycznie albo konstrukcja tych urządzeń pozwala na szybką wymianę elementów zanieczyszczonych, bez konieczności przerywania dopływu powietrza.

20.2.3.14 W rurociągu zasilającym układy pneumatyczne należy zainstalować działające samoczynnie zawory zapobiegające wzrostowi ciśnienia o więcej niż 0,1 wartości ciśnienia roboczego.

20.2.3.15 Przy jednoczesnym usytuowaniu w pulpitych, tablicach, itp. zespołach elementów hydraulicznych, pneumatycznych, elektrycznych i elektronicznych, należy je tak wzajemnie rozdzielić, aby ewentualne przecieki ciekłego czynnika roboczego nie mogły szkodliwie oddziaływać na elementy elektryczne, elektroniczne lub pneumatyczne.

Te rejony tablic, pulpity i innych wyżej wymienionych zespołów, w których usytuowane jest wyposażenie zawierające ciekły czynnik roboczy, powinny być wyposażone w wanny ściekowe z rurami ściekowymi.

20.2.3.16 W przypadku stosowania elementów lub zespołów wymagających chłodzenia wymuszonego należy zastosować skuteczne środki zapobiegające ich uszkodzeniu w przypadku braku chłodzenia. Ponadto należy zapewnić możliwość pracy elementów lub zespołów w przypadku ich zanieczyszczenia powietrzem chłodzącym.

20.2.3.17 Elementy służące do sterowania powinny być rozmieszczone w sposób zapewniający swobodny do nich dostęp, a także powinny być oznaczone odpowiednio do ich przeznaczenia i skutecznie zabezpieczone przed samoczynną zmianą położenia.

20.2.3.18 Zautomatyzowane systemy sterowania, które wykorzystują zmagazynowaną energię do uruchomienia mechanizmów zasadniczych, powinny być tak skonfigurowane, aby całkowicie nie zużywały zmagazynowanej energii i aby ostrzegały, gdy zmagazynowana energia znajduje się poniżej krytycznego limitu.

20.2.3.19 Układ monitorowania parametrów systemu powinien mieć integralność odpowiednią do zamierzonego celu. Jeżeli nie jest praktycznym zastosowanie normalnego systemu sterowania mechanizmami, z wystarczająco wysoką integralnością, aby zapewnić wymagany poziom bezpieczeństwa, to powinny zostać zapewnione wystarczające wskaźniki bezpośredniego odczytu, umożliwiające wykrycie potencjalnie niebezpiecznych stanów awaryjnych lub warunków nienormalnych oraz zezwolić na bezpieczną obsługę mechanizmów.

20.3 Zasilanie układów automatyki

20.3.1 Jeżeli dla ważnych mechanizmów i urządzeń z napędem elektrycznym wymagane jest zasilanie zarówno z głównego, jak i z awaryjnego źródła energii, to elektryczne lub elektroniczne układy sterowania tych mechanizmów i urządzeń powinny być także zasilane z dwóch niezależnych od siebie źródeł.

20.3.2 Zasilanie energią elektryczną układu sterowania napędu głównego powinno odbywać się dwoma niezależnymi obwodami. Jeden z nich powinien być zasilany wprost z rozdzielnic głównej (bezpośrednio lub poprzez transformator), drugi może być zasilany z najbliższej rozdzielnic grupowej zasilającej ważne odbiorniki. Włączenie drugiego źródła zasilania powinno następować automatycznie.

20.3.3 Przy zasilaniu układów automatycznego sterowania mechanizmów pomocniczych z obwodu zasilającego napęd tych mechanizmów, należy zapewnić możliwość uruchomienia mechanizmu rezerwowego (dublującego) w przypadku zaniku napięcia w obwodzie zasilającym mechanizm podstawowy.

20.3.4 Układy automatyki lub ich części wykonane jako hydrauliczne lub pneumatyczne powinny być zasilane za pomocą dwóch sprężarek lub pomp.

20.3.5 Układ sterowania zespołów prądotwórczych, ich układ bezpieczeństwa oraz układ bezpieczeństwa silników głównych powinny być zasilane tak, aby ich działanie było niezależne od istnienia napięcia w rozdzielniczy głównej.

20.3.6 Układ alarmowy powinien być zawsze zasilany z dwóch nawzajem niezależnych źródeł. Przełączenie powinno następować automatycznie.

Jeżeli drugim źródłem zasilania układu alarmowego jest awaryjny zespół prądotwórczy uruchamiany automatycznie, to obwody układu alarmowego podające sygnały o stanach wpływających na zdolności manewrowe okrętu i sygnały o przekroczeniu parametrów pracy silników napędowych i zespołów prądotwórczych powinny być dodatkowo zasilane z baterii akumulatorów o pojemności wystarczającej na 30 minut pracy tej części układu.

20.3.7 Zasilanie urządzeń automatyki niezbędnych do rozruchu i pracy awaryjnego zespołu prądotwórczego powinno odbywać się z baterii akumulatorów rozruchowych lub osobnej baterii umieszczonej w pomieszczeniu awaryjnego zespołu prądotwórczego.

20.4 Układy kontrolne

20.4.1 Układ alarmowy

20.4.1.1 Sygnalizacja alarmów, oprócz mających zastosowanie wymagań niniejszego rozdziału, powinna, w zakresie uzgodnionym z Polskim Rejestrem Statków, spełniać wymagania Kodeksu alarmów i wskaźników (Code on Alarms and Indicators, 1995).

20.4.1.2 Zależnie od zakresu automatyzacji urządzeń maszynowych, układ alarmowy powinien podawać następujące rodzaje sygnałów:

- .1 alarm o przekroczeniu granicznych wartości parametrów;
- .2 alarm o zadziałaniu układu bezpieczeństwa;
- .3 alarm o zaniku energii zasilającej poszczególne układy automatyki lub o włączeniu zasilania rezerwowego;
- .4 alarm o zmianie innych wielkości lub stanów wynikających z wymagań szczegółowych niniejszej części *Przepisów*.

Stany alarmowe urządzeń maszynowych powinny być wskazywane na stanowiskach sterowania tymi urządzeniami. Rozplanowanie tablicy alarmowej powinno ułatwiać identyfikację określonego stanu alarmowego oraz jego umiejscowienie w maszynowni.

20.4.1.3 Układ alarmowy powinien działać niezależnie od układów sterowania i bezpieczeństwa, tak aby uszkodzenie lub niesprawność funkcjonalna tych układów nie uniemożliwiła pracy układu alarmowego. Ewentualne połączenie tych układów, ograniczone wyłącznie do źródła sygnału, podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

20.4.1.4 Układ alarmowy powinien mieć takie właściwości samokontrolne, aby w przypadku przerwania obwodu lub innych typowych uszkodzeń następowało wyzwolenie sygnału alarmowego.

20.4.1.5 Układ alarmowy powinien podawać jednocześnie sygnały świetlne i dźwiękowe.

20.4.1.6 Sygnał świetlny powinien być podawany światłem migającym i powinien wskazywać przyczyny powstania alarmu. Całkowite skasowanie sygnału świetlnego powinno być możliwe dopiero po usunięciu przyczyn jego nadania. Potwierdzenie przyjęcia sygnału świetlnego powinno być wyraźnie widoczne przez zmianę charakteru tego sygnału (np. zmianę światła migającego na ciągłe lub zmianę częstotliwości migania).

20.4.1.7 Sygnał dźwiękowy może być wspólny dla różnych rodzajów alarmów. Jeżeli przewiduje się możliwość wyłączenia nadawanego sygnału dźwiękowego, to powinna być zachowana gotowość do rozpoczęcia nadawania następnego sygnału, wywołanego innymi parametrami, także wtedy gdy przyczyna poprzedniego sygnału nie została usunięta. Wyłączenie sygnału dźwiękowego nie powinno wyłączać sygnału świetlnego. Sygnały dźwiękowe odnoszące się do urządzeń maszynowych powinny wyraźnie odróżniać się od dźwięków pochodzących z otoczenia oraz od innych sygnałów dźwiękowych, np. pożarowego, o wpuszczeniu CO₂ itp. Lokalne wyłączenie sygnału dźwiękowego na mostku nawigacyjnym lub w rejonie pomieszczeń mieszkalnych, jeżeli jest przewidziane, nie powinno wyłączać sygnału dźwiękowego w maszynowni.

20.4.1.8 W celu ułatwienia wykrycia krótkotrwałych, samoczynnie zanikających stanów alarmowych, układ powinien zabezpieczać zachowanie informacji tak, aby sygnalizacja przejściowych stanów alarmowych była utrzymana do chwili ich potwierdzenia.

20.4.1.9 Odłączenie lub pominięcie dowolnej części układu alarmowego powinno być wyraźnie wskazywane.

20.4.1.10 Powinna być zapewniona możliwość dokonania próby działania układu alarmowego w czasie normalnej pracy urządzeń. Tam, gdzie jest to praktycznie możliwe, należy przewidzieć w dogodnych i dostępnych miejscach urządzenia umożliwiające sprawdzenie działania czujników w taki sposób, aby nie wpływało to na pracę mechanizmów.

20.4.1.11 Krótkotrwała przerwa w zasilaniu układu alarmowego nie powinna powodować utraty informacji o stanach alarmowych podawanych przed przerwą.

20.4.1.12 W przypadku podawania sygnałów optycznych za pomocą lamp, barwa sygnału świetlnego powinna być dostosowana do rodzaju tego sygnału i wielkości układu, zgodnie z 4.5.5.

20.4.1.13 Jeżeli przewiduje się zastosowanie ściemniacza dla wskaźników dowolnego układu alarmowego, instalowanego na mostku nawigacyjnym, to powinien on być tak wykonany, aby niemożliwe było całkowite ściemnienie podświetlenia tych wskaźników.

20.4.2 Układ bezpieczeństwa

20.4.2.1 Układ bezpieczeństwa poszczególnych urządzeń zautomatyzowanych powinien działać automatycznie, gdy zostały przekroczone graniczne wartości parametrów grożących awarią oraz powinien obejmować stany awaryjne, rozpatrzone z uwzględnieniem właściwości i cech zabezpieczonego mechanizmu, tak aby:

- .1 zostały przywrócone normalne warunki pracy, lub
- .2 praca urządzenia została czasowo dostosowana do zaistniałych warunków (np. przez redukcję obciążenia mechanizmu), lub
- .3 mechanizmy i kotły zostały zabezpieczone przed awarią przez zatrzymanie (w przypadku mechanizmu) lub odcięcie dopływu paliwa (w przypadku kotła).

20.4.2.2 Należy przewidzieć środki pozwalające na stwierdzenie przyczyny zadziałania układu bezpieczeństwa.

20.4.2.3 Układ bezpieczeństwa realizujący funkcje wymienione w 20.4.2.1.3 powinien być niezależny od układu sterowania i alarmowego, tak aby uszkodzenie tych układów nie mogło uniemożliwić działania układu bezpieczeństwa.

Dla układów bezpieczeństwa realizujących funkcje wymienione w 20.4.2.1.1 i 20.4.2.1.2 pełna niezależność układów sterowania i alarmowego nie jest wymagana.

20.4.2.4 Układ bezpieczeństwa powinien mieć takie właściwości samokontrolne, aby przy spełnieniu wymagań 20.4.2.6 następowało wyzwolenie sygnału alarmowego co najmniej w przypadku zwarcia, doziemienia, zadziałania bezpiecznika lub przerwania obwodu.

20.4.2.5 Układy bezpieczeństwa poszczególnych urządzeń lub mechanizmów maszynowni powinny być od siebie niezależne. Uszkodzenie układu bezpieczeństwa jednego urządzenia lub zespołu urządzeń maszynowni nie powinno wpływać na działanie układów bezpieczeństwa innych urządzeń.

20.4.2.6 Układ bezpieczeństwa powinien działać po zadziałaniu układu alarmowego w odpowiedniej sekwencji realizowanych funkcji.

20.4.2.7 Układ bezpieczeństwa powinien być tak zbudowany, aby jego uszkodzenia nie prowadziły do stanów niebezpiecznych. Właściwość ta powinna być zachowana z uwzględnieniem nie tylko bezpieczeństwa samego układu i związanego z nim urządzenia, lecz i bezpieczeństwa maszynowni oraz okrętu.

20.4.2.8 Jeżeli nastąpiło zatrzymanie urządzenia przez układ bezpieczeństwa, to jego ponowne uruchomienie nie może następować automatycznie, lecz wyłącznie po uprzednim ręcznym odblokowaniu (patrz też 20.2.3.8). Inne rozwiązania są dopuszczalne po uzgodnieniu lub na żądanie PRS.

20.4.2.9 Jeżeli przewiduje się możliwość wyłączania układu bezpieczeństwa napędu głównego, to urządzenie wyłączające powinno być tak wykonane, aby niemożliwe było jego niezamierzone użycie, a w przypadku wyłączenia układu bezpieczeństwa stan ten był wskazywany specjalnym sygnałem.

20.4.3 Układy wskazujące i rejestrujące

20.4.3.1 Układy wskazujące i rejestrujące powinny być niezależne od innych układów i tak wykonane, aby ich uszkodzenia nie wpływały na inne układy.

20.4.3.2 Uszkodzenie układu rejestrującego powinno być sygnalizowane sygnałem dźwiękowym i świetlnym.

20.4.3.3 Należy zapewnić możliwość dokładnego odczytu wskazań wskaźników z uwzględnieniem warunków oświetlenia w miejscu ich zainstalowania.

20.4.3.4 Elementy wskazujące układu powinny być tak wykonane, aby obsługujący otrzymywał potrzebną informację bezpośrednio, w jednostkach normalnie stosowanych dla mierzonej wielkości fizycznej, bez konieczności dokonywania przeliczeń.

20.5 Układy sterowania napędem głównym

20.5.1 Układ zdalnego sterowania napędem głównym powinien zapewnić regulację w całym zakresie roboczym oraz we wszystkich warunkach eksploatacyjnych, z manewrami włącznic, prędkości obrotowej silnika napędowego, kierunku siły naporu pędnika oraz skoku śruby nastawnej, jeżeli ją zastosowano.

20.5.2 Sterowanie zdalne z mostka nawigacyjnego powinno być dokonywane za pomocą pojedynczego elementu sterowniczego (dźwigni, pokrętła itp.), oddzielnego dla każdego pędnika, przy automatycznym wykonaniu wszystkich pomocniczych funkcji sterowniczych, włączając, tam gdzie to konieczne, zabezpieczenie przed przeciążeniem silnika napędowego oraz zabezpieczenie przed ciągłą pracą silnika w zabronionym zakresie obrotów.

Na okrętach, na których w układzie napędowym zastosowano silnik nienawrotny współpracujący z nawrotną przekładnią redukcyjną lub śrubą o skoku nastawnym, może być zastosowany układ z dwoma elementami sterowniczymi, wykonany tak, aby błędny manewr nie spowodował zatrzymania silnika.

20.5.3 Układ zdalnego sterowania powinien być niezależny od telegrafu maszynowego lub innego środka łączności służącego do przekazywania rozkazów manewrowych. Dopuszczalne jest stosowanie wspólnej dźwigni do obu układów.

20.5.4 Pomocnicze czynności sterownicze wykonywane przez układ zdalnego sterowania po dowolnym ustawieniu elementu sterowniczego, włączając w to awaryjne przesterowanie z „całej naprzód”, powinny następować w zaprogramowanej kolejności i z zachowaniem odstępów czasowych, wymaganych przez silnik główny.

Program powinien być nie tylko funkcją czasu, lecz uwzględniać również parametry pracy instalacji obsługujących silnik główny oraz sygnały potwierdzające wykonanie kolejnych kroków realizacji programu.

Zatrzymanie realizacji programu powinno być sygnalizowane. Zaleca się jednocześnie wskazanie miejsca zatrzymania.

W przypadku zastosowania turbin głównych układ powinien być tak wykonany, aby przy zachowaniu niezbędnych właściwości manewrowych układu napędowego zmiany wielkości sterowanych zespołu turbinowego nie powodowały niebezpiecznych zakłóceń w pracy urządzeń i instalacji obsługujących (kotłowej, skroplinowej itp.).

20.5.5 Stanowisko zdalnego sterowania na mostku nawigacyjnym należy wyposażać w urządzenie do awaryjnego zatrzymania silnika głównego niezależne od układu zdalnego sterowania.

20.5.6 Należy przewidzieć automatyczną blokadę zdalnego rozruchu silnika głównego w stanach zagrażających jego awarią – np. przy załączonej obracarce wału korbowego lub przy braku ciśnienia oleju smarowego.

20.5.7 W przypadku turbinowego napędu głównego należy przewidzieć urządzenie do powolnego obracania wirnika, załączające się automatycznie w przypadku zatrzymania turbiny na czas dłuższy od dopuszczalnego, określonego przez producenta. Należy zapewnić możliwość wyłączenia tego urządzenia z mostka nawigacyjnego. Na okrętach, na których przewiduje się pełnienie stałej wachty w maszynowni, można nie stosować automatycznego załączania urządzenia obracającego.

20.5.8 Układ zdalnego sterowania powinien być tak zbudowany, aby w przypadku jego awarii został podany sygnał alarmowy, a prędkość obrotowa i kierunek naporu śruby napędowej pozostały niezmienione do chwili przejścia sterowania przez stanowisko lokalne. W szczególności dotyczy to zaniku energii zasilającej (elektrycznej, pneumatycznej i hydraulicznej), który nie powinien powodować znacznej zmiany rozwijanej mocy napędu głównego i kierunku obrotów śruby napędowej.

20.5.9 Liczba ponawianych automatycznie prób rozruchu (przesterowania) w przypadku rozruchów (przesterowań) nieudanych powinna być ograniczona w celu zachowania wystarczającej ilości energii rozruchowej dla dokonania rozruchów ręcznych. Przy spadku energii rozruchowej do poziomu niezbędnego do dokonania rozruchów ręcznych powinien być podany sygnał alarmowy.

Minimalny poziom energii rozruchowej, przy którym następuje podanie sygnału alarmowego, należy ustalić tak, aby:

- .1 przy rozruchu sprężonym powietrzem można było wykonać ze stanowiska lokalnego 6 rozruchów silnika nawrotnego i 3 rozruchy silnika nienawrotnego;
- .2 przy rozruchu elektrycznym można było wykonać 3 rozruchy silnika nienawrotnego.

20.5.10 Należy uniemożliwić jednoczesne sterowanie napędem głównym z różnych stanowisk. Dopuszcza się przy tym stosowanie na jednym stanowisku sterowania kilka wzajemnie sprzężonych urządzeń sterowniczych.

20.5.11 Układ zdalnego sterowania powinien być tak zbudowany, aby przy przekazywaniu sterowania z jednego stanowiska na inne nie następowała znaczna zmiana siły naporu śruby lub prędkości obrotowej silnika głównego.

20.5.12 Na każdym stanowisku sterowania powinien znajdować się wskaźnik informujący, z którego stanowiska odbywa się sterowanie.

Przełączeniu sterowania z jednego stanowiska na inne powinien towarzyszyć sygnał dźwiękowy i świetlny na obu stanowiskach. Sterowanie z nowego stanowiska powinno być możliwe dopiero po potwierdzeniu przez to stanowisko, w określonej formie, przejęcia sterowania.

20.5.13 Liczba, rodzaj i rozmieszczenie stanowisk zdalnego sterowania napędem głównym powinny być dostosowane do przewidywanej formy nadzoru nad pracą urządzeń maszynowych. Jedno ze stanowisk powinno być nadrzędne w stosunku do pozostałych. Stanowiskiem nadrzędnym powinno być stanowisko usytuowane w maszynowni (centrum sterowania siłownią – CSS/CRM/CMK) lub wydzielonym miejscu sterowania napędem, jeśli takie przewidziano. Przejęcie sterowania ze stanowiska na mostku nawigacyjnym lub z innych stanowisk zdalnego sterowania powinno być możliwe tylko przez stanowisko nadrzędne. Należy przewidzieć możliwość pełnej kontroli ze stanowiska nadrzędnego parametrów pracy układu napędowego i instalacji związanych – niezależnie od tego, skąd odbywa się sterowanie.

Wytyczne: Należy przewidzieć odpowiednie oprzyrządowanie stanowisk zdalnego sterowania, tak aby obsługujący miał możliwość pełnej kontroli wykonania zadanych rozkazów oraz kontroli parametrów pracy silnika głównego w zakresie odpowiednim dla danego stanowiska. Powinno ono zawierać:

- wskaźniki prędkości obrotowej i kierunku obrotów wału śrubowego,
- wskaźniki prędkości obrotowej i kierunku obrotów silnika – w przypadku zastosowania sprzęgła rozłącznego,
- wskaźniki prędkości obrotowej i kierunku obrotów śruby o skoku stałym,
- wskaźniki prędkości obrotowej i skoku śruby o skoku nastawnym,
- wskaźniki układu alarmowego, a w szczególności wskaźniki informujące o stanach alarmowych wpływających na zdolności manewrowe okrętu (patrz też 20.5.9),
- wskaźniki informujące o aktualnie czynnym stanowisku sterowania,
- urządzenie do awaryjnego zatrzymania silnika głównego,
- urządzenie do wyłączania powolnego obracania wirnika turbiny głównej (patrz 20.5.7),
- urządzenie do wyłączania układu bezpieczeństwa silnika głównego (patrz 20.4.2.9).

Jeżeli na jednym stanowisku sterowania zastosowano kilka wzajemnie sprzężonych urządzeń sterowniczych, to wymienione wyżej wskaźniki układu alarmowego mogą znajdować się tylko przy jednym z tych urządzeń. W pobliżu pozostałych można zastosować tylko wskaźnik informujący o pojawieniu się sygnału alarmowego.

20.5.14 Układ zdalnego sterowania powinien być tak wykonany, aby w przypadku szybkiego następowania po sobie zadawanych rozkazów zawsze został wykonany ostatni. Wykonanie danego rozkazu powinno być niezależne od szybkości przemieszczenia elementu sterowniczego.

20.5.15 W przypadku wielosilnikowego układu napędowego każdy silnik napędowy (lub zespół tych silników) pracujący na jedną śrubę napędową powinien mieć niezależny układ zdalnego sterowania.

20.5.16 Układ zdalnego sterowania dwoma lub większą liczbą silników napędu głównego pracujących na jedną śrubę napędową powinien zapewniać automatyczne wyrównanie obciążeń pracujących silników.

20.5.17 Systemy automatyki układu zdalnego sterowania napędem głównym z mostka nawigacyjnego powinny ostrzegać oficera wachtowego na mostku nawigacyjnym o zbliżającej się możliwości wystąpienia redukcji obciążenia lub zatrzymania napędu głównego, a także informować go o

nastąpieniu redukcji obciążenia lub zatrzymaniu napędu głównego; ostrzeżenia takie powinny występować również wówczas, gdy pomieszczenia maszynowe obsadzone są stałą wachtą. Ostrzeżenie powinno być podane z odpowiednim wyprzedzeniem, zapewniającym możliwość reakcji obsługi na mostku nawigacyjnym. Brak reakcji ze strony obsługi lub błędna reakcja mogąca skutkować awarią powinna spowodować zadziałanie systemu bezpieczeństwa w celu uniknięcia uszkodzeń napędu.

20.6 Układy sterowania źródłami i rozdziałem energii elektrycznej

20.6.1 Rozwiązanie techniczne elektrowni okrętu powinno zapewniać ciągłość zasilania energią elektryczną zgodnie z następującymi wymaganiami:

- .1 Na okrętach, na których zapotrzebowanie na energię elektryczną pokrywane jest normalnie pracą jednego zespołu prądotwórczego, należy zastosować odpowiednie rozwiązania umożliwiające w przypadku awarii tego zespołu automatyczne uruchomienie i załączenie do sieci zespołu rezerwowego o mocy wystarczającej do zapewnienia napędu i sterowania okrętem oraz do zapewnienia jego bezpieczeństwa, włączając w to automatyczne ponowne uruchomienie ważnych mechanizmów pomocniczych, przy zachowaniu – jeżeli to niezbędne – odpowiedniej sekwencji tego uruchomienia. Rezerwowe źródło zasilania powinno być zdolne do przejęcia obciążenia w czasie nie dłuższym niż 45 sekund.
- .2 Na okrętach, na których zapotrzebowanie na energię elektryczną pokrywane jest normalnie przez dwa lub więcej zespołów prądotwórczych pracujących równolegle, należy zastosować takie rozwiązania (np. automatyczne odłączanie odbiorów mniej ważnych), aby w przypadku awarii jednego z pracujących zespołów pozostałe nie były przeciążone i aby było zapewnione zachowanie napędu i sterowności oraz bezpieczeństwo okrętu.

Jeżeli w przypadku określonym w .1 podstawowy zespół prądotwórczy napędzany jest turbiną parową, to rezerwowy zespół prądotwórczy powinien być napędzany silnikiem spalinowym.

20.6.2 Układ sterowania spalinowych silników napędzających zespoły prądotwórcze, w przypadku nieudanego pierwszego rozruchu automatycznego lub zdalnego, powinien tak ograniczyć liczbę automatycznie wykonywanych ponownych rozruchów tego samego silnika lub silników napędowych pozostałych zespołów, aby pozostały w zbiornikach rozruchowych zapas powietrza lub – przy rozruchu elektrycznym – zapas energii elektrycznej w baterii akumulatorów był wystarczający do wykonania ze stanowiska sterowania lokalnego co najmniej trzech rozruchów jednego z zespołów prądotwórczych o największej mocy.

20.6.3 Nieudany rozruch zespołu prądotwórczego powinien być sygnalizowany przez układ alarmowy.

20.6.4 Układ automatycznego sterowania zespołów prądotwórczych powinien mieć blokadę uniemożliwiającą automatyczne załączenie zespołu do sieci w przypadku zaistnienia zwarcia na szynach rozdzielnic głównej.

20.7 Układy automatycznego sterowania kotłów parowych

20.7.1 Charakterystyki regulacyjne poszczególnych układów automatycznego sterowania pracą kotłów parowych powinny być tak dobrane, aby pozwalały utrzymywać w zadanych granicach poziom wody, ciśnienie pary i inne sterowane parametry w całym zakresie obciążeń kotła, zapewniając szybkie zmiany obciążenia kotła stosownie do jego właściwości.

20.7.2 Układ automatycznego sterowania opalaniem kotła powinien być tak wykonany, aby włączenie kotła w stanie zimnym mogło być możliwe tylko z lokalnego stanowiska sterowania.

20.7.3 Układ automatycznego sterowania opalaniem kotła powinien być tak wykonany, aby podanie paliwa było możliwe tylko przy spełnieniu warunków podanych w punkcie 9.13.11.1 z Części VII – *Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe*, a także gdy:

- .1 poziom wody jest normalny,
- .2 paliwo posiada właściwą dla prawidłowego rozpylenia lepkość i temperaturę,
- .3 nastąpiło wstępne przewietrzenie przestrzeni paleniskowej w czasie co najmniej 30 s, a zamknięcia kanałów spalinowych są całkowicie otwarte,
- .4 wydatek paliwa ustawiony jest na wartość minimalną.

20.7.4 Układ automatycznego sterowania opalaniem kotła powinien być tak wykonany, aby po przerwaniu podawania paliwa zawsze następowało przewietrzenie paleniska, niezależnie od tego, czy dopływ paliwa został odcięty ręcznie, czy automatycznie. Dla kotła opalanego więcej niż jednym palnikiem przewietrzenie paleniska powinno nastąpić po wyłączeniu się ostatniego palnika.

20.7.5 Jeżeli kocioł opalany jest kilkoma palnikami, to układy sterowania tych palników powinny być od siebie możliwie niezależne.

W każdym przypadku uszkodzenie układu sterowania palnika rozruchowego nie powinno spowodować przerwy pracy palników głównych.

20.7.6 Instalacja automatycznego opalania kotłów powinna być wyposażona w układ bezpieczeństwa, przerywający dopływ paliwa w przypadkach określonych w punkcie 9.13.11.2 z *Części VII – Silniki, mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe*, a także przy wystąpieniu następujących usterek:

- .1 niezapalenia się płomienia w ciągu 5 sekund od momentu rozpoczęcia podawania paliwa;
- .2 zbyt niskiej lepkości lub temperatury paliwa;
- .3 obniżenia się wartości parametrów pary lub powietrza przeznaczonego do rozpylania paliwa;
- .4 obniżenia się poziomu wody w kotle poniżej wartości dopuszczalnej.

20.7.7 Ponowne uruchomienie instalacji opalania po usunięciu usterek powinno być możliwe tylko z lokalnego stanowiska sterowania.

Układ automatycznego sterowania opalaniem kotła powinien być tak wykonany, aby włączenie urządzenia zapłonowego następowało dopiero po pewnym czasie przewietrzenia komory paleniskowej zgodnie z wymaganiami producenta.

20.8 Układy sterowania instalacjami rurociągów

20.8.1 Armatura instalacji rurociągów sterowana zdalnie lub automatycznie przy użyciu energii pomocniczej powinna mieć konstrukcję umożliwiającą również sterowanie ręczne.

20.8.2 Armaturę wymienioną w 20.8.1 należy sytuować w miejscach dostępnych do obsługi ręcznej we wszystkich warunkach eksploatacji.

20.8.3 Wszystkie elementy układu sterowania instalacjami rurociągów, zamontowane wewnątrz dna podwójnego, powinny mieć taką konstrukcję, aby mogły pracować normalnie w stanie całkowitego zanurzenia pod ciśnieniem słupa wody, wynikającym z maksymalnego zanurzenia okrętu.

20.8.4 Układ sterowania tymi instalacjami rurociągów, które przewidziano do wykorzystywania do różnych celów na przemian (np. balast lub transport paliwa) powinien mieć takie blokady i zabezpieczenia, aby spełnione były odpowiednie wymagania dotyczące wzajemnych połączeń tych instalacji, zawarte w *Części VI – Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*.

21 BEZWACHTOWA PRACA MASZYNOWNI I JEDNOOSOBOWA OBSŁUGA MOSTKA NAWIGACYJNEGO

21.1 Zakres zastosowania

21.1.1 Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do okrętów, które mają maszynownię przystosowaną do pracy bezwachtowej (znak **AUT**) lub są przystosowane do jednoosobowej obsługi mostka (znak **NAV1**). Układy automatyki tych okrętów powinny odpowiadać również wymaganiom zawartym w pozostałych rozdziałach niniejszej części *Przepisów*.

21.1.2 Dla otrzymania znaku **AUT**, oznaczającego zdolność okrętu do bezwachtowej pracy maszynowni podczas przejścia morzem w warunkach pokojowych, należy spełnić mające zastosowanie wymagania zawarte w 21.2 – 21.4 w zakresie uzgodnionym z Polskim Rejestrem Statków. Wymagania te zostały ustalone przy założeniu, że na okręcie będzie znajdować się załoga maszynowa w liczbie dostatecznej do zapewnienia ruchu okrętu w przypadku awarii układów automatyki, a także do przeprowadzenia bieżącej regulacji i kontroli działania urządzeń i mechanizmów w maszynowni.

21.1.3 Dla otrzymania znaku **NAV1**, oznaczającego przystosowanie okrętu do jednoosobowej obsługi mostka nawigacyjnego podczas przejścia morzem w warunkach pokojowych, powinny być spełnione mające zastosowanie wymagania określone w wydanej przez PRS *Publikacji 35/P – Statki z jednoosobową wachtą morską na mostku* w zakresie uzgodnionym z PRS.

21.2 Wymagania ogólne

21.2.1 Zakres automatyzacji urządzeń maszynowych powinien być taki, aby możliwa była ich praca bez bezpośredniego nadzoru w czasie nie krótszym niż 8 godzin. Dotyczy to następujących mechanizmów i urządzeń:

- .1 napędu głównego łącznie z systemami pomocniczymi;
- .2 źródeł i rozdziału energii elektrycznej;
- .3 kotłów parowych, wodnych i oleju grzewczego;
- .4 innych mechanizmów, urządzeń i systemów niezbędnych do ruchu okrętu w zakresie uzgodnionym z PRS.

Należy przewidzieć układy regulacji parametrów pracy (temperatury, ciśnienia, lepkości itd.) działające tak, aby we wszystkich normalnych warunkach eksploatacji, z manewrami włącznie, wartości tych parametrów mieściły się w zakresach właściwych dla rozpatrywanych mechanizmów, urządzeń i instalacji.

21.2.2 Na podstawie osobnego uzgodnienia z Polskim Rejestrem Statków zakres automatyzacji niektórych prostych i sporadycznie w ciągu doby wykonywanych czynności może być ograniczony do zdalnego sterowania z mostka nawigacyjnego.

21.2.3 Lokalna obsługa ręczna, jako jedyny sposób obsługi, może być zastosowana przy wykonywaniu czynności:

- .1 występujących w regularnych odstępach czasu, jeżeli ze względu na ich charakter lub sposób zaprojektowania instalacji odstępów te są większe niż przewidywany czas pozostawiania maszynowni bez bezpośredniego nadzoru;
- .2 występujących sporadycznie i nie wymagających szybkiej reakcji na zachodzące zmiany (np. przedmuchiwanie skrzyń i zaworów dennych, z wyjątkiem przypadku wymienionego w 21.2.5, przełączanie na napełnianie, opróżnianie, czyszczenie lub podgrzewanie zbiorników itp.);
- .3 związanych z przygotowaniem instalacji do rozruchu.

21.2.4 Źródła pomocniczej energii pneumatycznej lub hydraulicznej stosowanej w układach automatyki powinny uruchamiać się automatycznie w zależności od zapotrzebowania, aby zapewniać ciągłość zasilania we wszystkich warunkach eksploatacji.

21.2.5 Na okrętach ze wzmocnieniami lodowymi **L1A** i **L1** urządzenia służące do oczyszczania skrzyń i zaworów dennych powinny być zdalnie sterowane z mostka nawigacyjnego, jeżeli przewiduje się żeglugę w lodach przy bezwachtowej pracy siłowni.

21.2.6 Jeżeli na okręcie posiadającym znak automatyzacji maszynowni dla pracy bezwachtowej zainstalowane są klasyfikowane przez PRS urządzenia chłodnicze, to zakres automatyzacji tych urządzeń, ich wyposażenie w układy kontrolne oraz rozmieszczenie wskaźników tych układów podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

21.2.7 Powinny być zapewnione środki umożliwiające wykrycie wzrostu poziomu wody w zężach lub studzienkach zęzowych maszynowni. W tym celu należy spełniać następujące wymagania:

- .1** Studzienki zęzowe powinny mieć pojemność wystarczającą dla pomieszczenia ścieków gromadzących się w okresie pozostawania maszynowni bez nadzoru. Rozmieszczenie tych studzienek i czujników poziomu powinno zapewniać wykrycie gromadzenia się wód zęzowych przy wszystkich normalnych kątach przechyłu i przegłębieniach określonych w podrozdziale 1.6 z Części VI – *Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*.
- .2** W przypadku automatycznego sterowania instalacją zęzową osuszania maszynowni należy przewidzieć podawanie sygnałów informujących, że napływ wód zęzowych przekracza wydajność pompy lub że częstotliwość załączania się pompy jest większa od założonej.

Wytyczne: W celu spełnienia powyższego wymagania mogą być zastosowane następujące rozwiązania:

- zmniejszona objętość studzienek zęzowych, dostosowana odpowiednio do czasu gromadzenia się normalnych przecieków,
- sygnalizacja alarmowa o pracy pompy zęzowej w czasie dłuższym niż 15 minut,
- sygnalizacja alarmowa wysokiego poziomu wody w studzienkach zęzowych, działająca przed automatycznym uruchomieniem pompy.

Przy zastosowaniu automatycznego sterowania pompami zęzowymi należy zwrócić uwagę na spełnienie wymagań dotyczących ochrony morza przed zanieczyszczeniem.

- .3** Sygnalizacja alarmowa o wysokim poziomie wody w zężach oraz wynikająca z wymagań podpunktu .2 powinna być podawana w pomieszczeniu określonym w 21.3.7, w rejonie pomieszczeń mieszkalnych załogi odpowiedzialnej za pracę urządzeń maszynowych oraz na mostku nawigacyjnym.

21.2.8 Parowe lub elektryczne podgrzewacze stosowane w instalacjach paliwa i oleju smarowego należy wyposażyć – dodatkowo do układu regulacji temperatury – co najmniej w sygnalizację alarmową wysokiej temperatury lub zaniku przepływu, z wyjątkiem urządzeń, w których temperatura powodująca zagrożenie pożarowe nie może być osiągnięta.

21.2.9 Wymagania dotyczące instalacji wykrywczych pożaru w maszynowni zawarte są w rozdziale 7 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*.

21.2.10 Układy, urządzenia lub systemy występujące w zamkniętej obudowie (kapsule) należy wyposażyć w sygnalizację zadziałania instalacji wykrywczej pożaru i/lub automatycznej instalacji gaśniczej, połączoną z główną centralną wykrywcą pożaru.

21.3 Układy kontrolne

21.3.1 Zakres i sposób działania układów kontrolnych powinien być zgodny z tabelą 21.3.1 (str. 173).

Przyjęcie innego zakresu kontrolowanych parametrów i innego sposobu działania układów podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Wymaganego w tabeli 21.3.1 automatycznego przełączenia mechanizmów dublujących w instalacjach pomocniczych głównego silnika spalinowego można nie stosować, jeżeli do napędu okrętu służą co najmniej dwa silniki główne, mające niezależne od siebie instalacje pomocnicze oraz niezależny układ bezpieczeństwa, powodujący zatrzymanie jednego silnika z jednoczesnym odłączeniem go, w razie konieczności, od układu napędowego.

21.3.2 Układ alarmowy powinien obejmować swoim działaniem wszystkie urządzenia zautomatyzowane oraz wszystkie rodzaje sygnalizacji podane w 20.4.1.2.

21.3.3 W przypadku konieczności grupowania sygnałów alarmowych w siłowni, można grupować tylko te sygnały indywidualne, które pochodzą od parametrów, których przekroczenia nie mogą występować jednocześnie oraz te, które dotyczą jednego urządzenia, jeżeli w miejscu usytuowania tego urządzenia podawane są sygnały indywidualne.

Sygnały grupowe powinny spełniać wszystkie wymagania stawiane układowi alarmowemu zgodnie z 20.4.1.

21.3.4 Rozmieszczenie sygnalizatorów układu alarmowego powinno być takie, aby w czasie pozostawania maszynowni bez bezpośredniego nadzoru, personel odpowiedzialny za pracę urządzeń maszynowych mógł być powiadomiony o pojawieniu się niesprawności tych urządzeń.

21.3.5 Jeżeli oficer pełniący wachtę na mostku nawigacyjnym jest jedynym dyżurnym, to układ alarmowy powinien być wykonany tak, aby w przypadku pojawienia się sygnału alarmowego na stanowisku sterowania urządzeniami maszynowymi oficer ten został poinformowany o:

- .1 zaistnieniu awarii;
- .2 przystąpieniu do usuwania skutków awarii;
- .3 usunięciu awarii.

Do realizacji funkcji wymienionej w .3 mogą być zaakceptowane środki łączności pomiędzy mostkiem nawigacyjnym, pomieszczeniami załogi maszynowej oraz maszynownią.

Wytyczne: Wymagania niniejszego punktu mogą być zrealizowane m. in. przez:

- usytuowanie na mostku nawigacyjnym i w pomieszczeniach mieszkalnych personelu odpowiedzialnego za pracę urządzeń maszynowych alarmów grupowych oraz sygnalizatorów szczegółowych układu alarmowego w pomieszczeniu, w którym znajduje się nadrzędne stanowisko sterowania, lub
- usytuowanie wszystkich sygnalizatorów szczegółowych układu alarmowego na mostku nawigacyjnym oraz alarmów grupowych w pomieszczeniach personelu odpowiedzialnego za pracę urządzeń maszynowych.

W każdym przypadku potwierdzenie przyjęcia sygnału alarmowego w maszynowni i w pomieszczeniach mieszkalnych personelu odpowiedzialnego za pracę urządzeń maszynowych powinno być wskazane na mostku nawigacyjnym.

21.3.6 Jeżeli do wskazywania stanów alarmowych na mostku nawigacyjnym zastosowano alarmy grupowe, to w zależności od przyjętych rozwiązań układ alarmowy powinien obejmować następujące grupy alarmowe:

- .1 alarm o konieczności zatrzymania silnika głównego;
- .2 alarm o konieczności redukcji obciążenia silnika głównego;
- .3 alarm o zadziałaniu układu bezpieczeństwa zatrzymującego silnik główny;
- .4 alarm o zadziałaniu układu bezpieczeństwa powodującego redukcję obciążenia silnika głównego;
- .5 alarm o niezdolności do uruchomienia (przesterowania) silnika głównego;
- .6 alarm o awarii urządzenia sterowego;
- .7 alarm o zaniku zasilania układów automatyki;

- .8 alarm o podwyższeniu poziomu w zęzach maszynowni;
- .9 grupę obejmującą pozostałe alarmy według 21.3.1.

Alarmy o stanach wpływających bezpośrednio na właściwości manewrowe okrętu powinny być odbierane na mostku nawigacyjnym niezależnie od tego, skąd odbywa się nadzór nad pracą urządzeń maszynowych.

Przełączeniu układu alarmowego z maszynowni na mostek nawigacyjny i odwrotnie powinien towarzyszyć sygnał dźwiękowy i świetlny zgodny z 20.4.1.4, 20.4.1.5 i 20.4.1.6.

21.3.7 Wszystkie sygnalizatory układu alarmowego oraz – w niezbędnym zakresie – mierniki układu wskazującego należy zgrupować w pomieszczeniu, w którym znajduje się nadrzędne stanowisko sterowania.

Jeżeli oprócz stanowiska sterowania na mostku nawigacyjnym wyposażonego w alarmy grupowe istnieją tylko lokalne stanowiska sterowania w maszynowni, to wszystkie mierniki układu wskazującego powinny być umieszczone tylko bezpośrednio na silnikach, turbinach i mechanizmach, a wszystkie sygnalizatory szczegółowe układu alarmowego powinny być zgrupowane w jednym miejscu w maszynowni lub pomieszczeniu bezpośrednio do niej przyległym i połączonym z nią drzwiami.

21.3.8 W przypadku zainstalowania w rejonie pomieszczeń mieszkalnych repetytorów układu alarmowego, każde wyłączenie w tym rejonie sygnału alarmowego (potwierdzenie przyjęcia sygnału) powinno być wskazywane również na mostku nawigacyjnym.

Jeżeli nie przewidziano zainstalowania repetytorów w rejonie pomieszczeń mieszkalnych, należy zastosować inny szybko i pewnie działający środek łączności mostka nawigacyjnego z pomieszczeniami zajmowanymi przez członków załogi odpowiedzialnych za pracę urządzeń maszynowych. Zaleca się zastosowanie takiego środka łączności również w przypadku zainstalowania repetytorów.

21.4 Układy sterowania

21.4.1 Układ sterowania napędem głównym

21.4.1.1 Wszystkie stanowiska sterowania napędem głównym, poza przyrządami i urządzeniami wymienionymi w 20.5.13, należy wyposażać w urządzenie do natychmiastowego zatrzymania silnika lub turbiny głównej, działające niezależnie od układu sterowania.

21.4.1.2 Jeżeli do napędu głównego zastosowano silniki spalinowe, to należy przewidzieć urządzenia służące do utrzymania ciśnienia powietrza rozruchowego na wymaganym poziomie.

21.4.2 Układy sterowania źródłami i rozdziałem energii elektrycznej

Należy zapewnić samoczynną kontrolę efektywnej rezerwy mocy zespołów prądotwórczych zasilających sieć, działającą w taki sposób, aby automatyczne włączenie do pracy dużych odbiorników mocy mogło nastąpić tylko w czasie, gdy rezerwa mocy zespołów prądotwórczych jest wystarczająca do pokrycia rozruchowego i roboczego zapotrzebowania mocy tych odbiorników, w koniecznych przypadkach – po uprzednim automatycznym uruchomieniu zespołu rezerwowego.

22 CYBERBEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA DANYCH

22.1 W przypadku wszelkich działań, które opierają się na zintegrowanym podsystemie obejmującym oprogramowanie, lub związanym z oprogramowaniem i jego integracją ze sprzętem lub podsystemem, należy zapewnić, że korzystanie z oprogramowania jest bezpieczne. Awaria lub nieokreślone stany oprogramowania nie powinny skutkować:

- zdarzeniem, które ewoluuje do zagrożenia;
- słabieniem ograniczeń zagrożenia;
- upośledzeniem powrotu do normalnego stanu ze stanu zagrożenia.

22.2 Wszelkie przypadki, kiedy oprogramowanie może inicjować zdarzenia stymulujące zagrożenie, osłabiać łagodzenie zagrożenia lub osłabiać powrót do stanu normalnego po zdarzeniu niebezpiecznym, należy zgłosić odpowiednim stronom.

22.3 Produkcja oprogramowania powinna być zarządzana w taki sposób, aby ryzyko związane z bezpieczeństwem wynikające z produkcji oprogramowania zostało ograniczone do dopuszczalnego poziomu.

22.4 Powinno zapewnić się ochronę systemów przed:

- celowym lub niezamierzonym zawirusowaniem lub nieupoważnionym kodem;
- nieautoryzowaną instalacją, zmianą lub usuwaniem oprogramowania, lub powiązanych danych;
- instalacją lub użyciem nieautoryzowanego oprogramowania (np. uruchamianie gier lub aplikacji biurowych);
- modyfikacją funkcji oprogramowania przez dodatkowe lub zmodyfikowane urządzenia fizyczne.

22.5 Należy opracować ocenę bezpieczeństwa systemu w celu uwzględnienia ryzyka związanego ze stosowaniem oprogramowania i sposobu, w jaki ryzyka te zmniejsza się do dopuszczalnego poziomu.

22.6 Status konfiguracji oprogramowania na każdym okręcie powinien być przechwytywany i zapisywany, a zapis utrzymywany na bieżąco przez cały okres eksploatacji okrętu.

22.7 Opracowywanie i testowanie zmian w oprogramowaniu i danych, w tym szczególnych ustaleń dotyczących testowania na pokładzie, powinno być zarządzane tak, aby nie zagrażało to bezpieczeństwu systemu, podsystemu ani wyposażenia.

22.8 Należy przechowywać wcześniejsze wersje oprogramowania w celu umożliwienia przywrócenia poprzedniego znanego i zaufanego stanu, gdy będzie to konieczne.

22.9 Tworzenie i instalowanie oprogramowania dla każdego okrętu powinno być odpowiednio i aktywnie zarządzane, aby zmiany oprogramowania były kontrolowane. Proces instalacji powinien obejmować sposób zarządzania nieudaną instalacją.

Tabela 21.3.1

Lp.	Mechanizm, instalacja lub urządzenia	Parametry ¹⁾	Układ alarmowy: alarmowy stan/ sygnalizowana wartość parametru	Układ bezpieczeństwa	Uwagi
1	Układ napędowy				
1.1	Główny silnik spalinowy (średnio- i wysokoobrotowy)				
1.1.1	Instalacja paliwowa	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie paliwa na odlocie z filtra (na wlocie do silnika) – lepkość lub temperatura paliwa przed pompami wtryskowymi – przecieki paliwa z rurociągów wysokiego ciśnienia – poziom w zbiorniku rozchodowym paliwa 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – maksymalna i minimalna – sygnał alarmowy – minimalna 	włączenie pompy rezerwowej	<ul style="list-style-type: none"> – zdalny pomiar – tylko w przypadku pracy silnika na paliwie ciężkim – sygnał alarmowy wartości maksymalnej poziomu jest wymagany w przypadku braku instalacji przelewowej
1.1.2	Instalacja oleju smarowego	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie oleju smarowego na wlocie do łożysk głównych i łożyska oporowego – różnica ciśnień na filtrze oleju smarowego – temperatura oleju smarowego na wlocie do SG – stężenie par oleju w skrzyni korbowej 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – maksymalna – maksymalna – niebezpieczna 	<ul style="list-style-type: none"> – pierwszy stopień: włączenie pompy rezerwowej; – drugi stopień: zatrzymanie silnika – włączenie pompy rezerwowej – zatrzymanie silnika 	<ul style="list-style-type: none"> – zdalny pomiar – zdalny pomiar – tylko dla silników średnioobrotowych o mocy ponad 2250 kW lub o średnicy cylindra ponad 300 mm³
1.1.3	Instalacja turbodmuchaw	<ul style="list-style-type: none"> – przepływ oleju cylindrowego, na każdym cylindrze – ciśnienie oleju smarowego na wlocie do turbodmuchaw 	<ul style="list-style-type: none"> – zanik przepływu – minimalna 	<ul style="list-style-type: none"> – redukcja obciążenia – 	<ul style="list-style-type: none"> – jeżeli nie ma niezależnej i oddzielnej instalacji oleju smarowego – zdalny pomiar
1.1.4	Instalacja wody chłodzącej morskiej	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie wody morskiej 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna 	<ul style="list-style-type: none"> – włączenie pompy rezerwowej 	<ul style="list-style-type: none"> – zdalny pomiar

Lp.	Mechanizm, instalacja lub urządzenia	Parametry ¹⁾	Układ alarmowy: alarmowy stan/ sygnalizowana wartość parametru	Układ bezpieczeństwa	Uwagi
1.1.5	Instalacja wody słodkiej chłodzącej cylindry	– ciśnienie lub przepływ wody chłodzącej cylindry na wlocie – temperatura wody chłodzącej cylindry na odlocie – poziom w zbiorniku wyrównawczym wody chłodzącej cylindry	– minimalna – maksymalna – minimalna	pierwszy stopień: włączenie pompy rezerwowej; drugi stopień: redukcja obc. redukcja obciążenia ⁴⁾ -	zdalny pomiar zdalny pomiar
1.1.6	Instalacja powietrza rozruchowego i sterującego	– ciśnienie powietrza rozruchowego przed głównym zaworem odcinającym – ciśnienie powietrza sterującego	– minimalna – minimalna	-	zdalny pomiar zdalny pomiar
1.1.7	Układ powietrza doładowującego	– temperatura powietrza doładowującego w zbiorniku	– maksymalna	-	
1.1.8	Układ wydechowy	– temperatura gazów wydechowych za każdym cylindrem – temperatura gazów wydechowych za każdym cylindrem. Odchylenie od wartości średniej	– maksymalna – maksymalna	redukcja obciążenia -	zdalny pomiar, dotyczy silników o mocy ponad 500 kW/cylinder dla silników o mocy ponad 500 kW/cylinder
1.1.9	Liczba obrotów silnika	-	-	-	zdalny pomiar
1.1.10	Nadobroty silnika	-	sygnał alarmowy	zatrzymanie silnika	
1.1.11	Awaria układu sterującego, bezpieczeństwa i alarmowego	-	sygnał alarmowy	-	
1.2	Główna turbina gazowa				
1.2.1	Instalacja oleju smarowego	– ciśnienie oleju smarowego – różnica ciśnień na filtrze oleju – temperatura oleju smarowego	– minimalne – maksymalna – maksymalna	pierwszy stopień: alarm; drugi stopień: zatrzymanie -	
1.2.2	Instalacja paliwowa	– ciśnienie paliwa – temperatura paliwa	– maksymalne – maksymalna	- -	
1.2.3	Przekładnia główna	– ciśnienie oleju smarowego przekładni	– minimalne	pierwszy stopień: alarm; drugi stopień: zatrzymanie	
1.2.4	Inne	– prędkość obrotowa – temperatura cieczy chłodzącej	– maksymalna – maksymalna	zatrzymanie -	dotyczy każdego wału generatora gazu i turbiny napędowej

Lp.	Mechanizm, instalacja lub urządzenia	Parametry ¹⁾	Układ alarmowy: alarmowy stan/ sygnalizowana wartość parametru	Układ bezpieczeństwa	Uwagi
1.3	Główna turbina parowa	<ul style="list-style-type: none"> – zanik płomienia lub nieudany zapłon – przebieg rozruchu – drgania – przemieszczenie osiowe wirnika – temperatura gazów wylotowych – podciśnienie powietrza na wlocie do sprężarki – zasilanie układów sterowania turbiną – działanie układu bezpieczeństwa 	<ul style="list-style-type: none"> – zanik płomienia lub nieudany zapłon – nieudany rozruch – maksymalne – maksymalne – maksymalna – maksymalna – minimalne – zadziałanie 	<ul style="list-style-type: none"> zatrzymanie zatrzymanie pierwszy stopień: alarm; drugi stopień: zatrzymanie zatrzymanie pierwszy stopień: alarm; drugi stopień: zatrzymanie pierwszy stopień: alarm; drugi stopień: zatrzymanie - - 	<ul style="list-style-type: none"> patrz również wymaganie 3.6 z Części VII patrz również wymaganie 3.6 z Części VII nie dotyczy turbin z łożyskami tocznymi dotyczy komór spalania i turbin dotyczy również ciśnienia cieczy hydraulicznej regulatora obrotów i urządzeń wykonawczych układu bezpieczeństwa dotyczy również awaryjnego zatrzymania ręcznego
1.3.1	Instalacja oleju smarowego	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie oleju przed turbiną 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna 	<ul style="list-style-type: none"> pierwszy stopień: włączenie pompy rezerwowej; drugi stopień: odcięcie pary od turbiny 	
1.3.2	Instalacja skroplinowa i wody chłodzącej	<ul style="list-style-type: none"> – temperatura oleju smarowego – poziom w zbiorniku grawitacyjnym – podciśnienie w skraplaczu – poziom w skraplaczu – poziom w skrzyni cieplnej – poziom w urządzeniu próżniowym – ciśnienie w urządzeniu próżniowym 	<ul style="list-style-type: none"> – maksymalna – minimalna – minimalna – maksymalna – minimalna – maksymalna – minimalna – minimalna 	<ul style="list-style-type: none"> - - zatrzymanie turbiny zatrzymanie turbiny - - - 	

Lp.	Mechanizm, instalacja lub urządzenia	Parametry ¹⁾	Układ alarmowy: alarmowy stan/ sygnalizowana wartość parametru	Układ bezpieczeństwa	Uwagi
1.3.3	Instalacja parowa	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie lub przepływ wody chłodzącej skraplacz (za skraplaczem) – ciśnienie skroplin za pompą – ciśnienie pary na wlocie do turbiny – ciśnienie pary uszczelniającej dławice 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – minimalna – maksymalna – minimalna – maksymalna – minimalna 	<ul style="list-style-type: none"> uruchomienie pompy rezerwowej uruchomienie pompy rezerwowej – – – – 	oddzielnie dla każdego korpusu turbiny
1.3.4	Inne	<ul style="list-style-type: none"> – obracarka – temperatura łożysk oporowych i nośnych – przesunięcie osiowe wirnika – przesunięcie poprzeczne wirnika – drganie korpusu turbiny – rozbieganie się turbiny – ciśnienie oleju smarowego na wlocie 	<ul style="list-style-type: none"> – włączenie – maksymalna – maksymalna – maksymalna – niebezpieczna – – minimalna 	<ul style="list-style-type: none"> – – – – – – – 	
1.4	Przekładnia główna	<ul style="list-style-type: none"> – temperatura oleju smarowego na wlocie – różnica ciśnień na filtrze oleju smarowego – temperatura łożysk głównych – temperatura łożyska oporowego – ciśnienie oleju w sprzęgle hydraulicznym 	<ul style="list-style-type: none"> – maksymalna – maksymalna – maksymalna – maksymalna – minimalna 	<ul style="list-style-type: none"> – – – – – – – – – 	tylko w przypadku gdy sprzęgło ma oddzielny obieg
1.5	Wały napędowe	<ul style="list-style-type: none"> – temperatura łożysk nośnych i pochwy wału śrubowego – poziom w zbiorniku grawitacyjnym oleju smarowego pochwy wału śrubowego 	<ul style="list-style-type: none"> – maksymalna – minimalna 	<ul style="list-style-type: none"> – – 	
1.6	Sterowanie śruby nastawnej	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie oleju w systemie przestawiania skrzydeł śruby nastawnej – temperatura oleju w systemie przestawiania skrzydeł śruby nastawnej na odlocie 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – maksymalna 	<ul style="list-style-type: none"> włączenie pompy rezerwowej – 	

Lp.	Mechanizm, instalacja lub urządzenia	Parametry ¹⁾	Układ alarmowy: alarmowy stan/ sygnalizowana wartość parametru	Układ bezpieczeństwa	Uwagi
1.7	Sprężarki	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie oleju smarowego sprężarki – przepływ wody chłodzącej sprężarki – temperatura wody chłodzącej sprężarki na odlocie 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – zanik przepływu – maksymalna 	zatrzymanie sprężarki zatrzymanie sprężarki –	
2	Instalacje elektryczne				
2.1	Rozdzielnice główne	<ul style="list-style-type: none"> – oporność izolacji 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna 	dla 2.1 i 2.2 działanie układu bezpieczeństwa będzie rozpatrywane zależnie od przyjętych rozwiązań	
		<ul style="list-style-type: none"> – napięcie – częstotliwość 	<ul style="list-style-type: none"> – maksymalna – minimalna – maksymalna – minimalna 		
2.2	Prądnice główne	<ul style="list-style-type: none"> – prąd obciążenia – prąd zwarcia – moc zwrotna 	<ul style="list-style-type: none"> – maksymalna – minimalna – maksymalna – minimalna 		
2.3	Silniki spalinowe napędu prądnic	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie oleju smarowego na wlocie – przepływ lub ciśnienie wody chłodzącej – temperatura oleju smarowego na wlocie – stopień koncentracji par w skrzyni korbowej – nadobroty silnika – poziom w zbiorniku wyrównawczym, jeżeli nie jest podłączony do systemu centralnego – temperatura wody chłodzącej lub powietrza na odlocie – przeciek paliwa z rurociągów wysokiego ciśnienia 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – zanik przepływu – maksymalna – maksymalna – minimalna – minimalna – maksymalna – wartość fizyczna uzgodniona z PRS zależnie od zastosowanych rozwiązań 	zatrzymanie silnika zatrzymanie silnika – zatrzymanie silnika zatrzymanie silnika –	dla silników o mocy ponad 2250 kW lub o średnicy cylindra ponad 300 mm

Lp.	Mechanizm, instalacja lub urządzenia	Parametry ¹⁾	Układ alarmowy: alarmowy stan/ sygnalizowana wartość parametru	Układ bezpieczeństwa	Uwagi
		– poziom w zbiorniku rozchodowym paliwa	– minimalna	–	
2.4	Silniki spalinowe napędu prądnic awaryjnych	– ciśnienie powietrza rozruchowego przed silnikiem lub w zbiorniku	– minimalna	–	przed silnikiem tylko w przypadku zdalnego uruchamiania zespołu rezerwowego z mostka nawigacyjnego dla silników na paliwo ciężkie dla silników o mocy ponad 500kW/cylinder
2.5	Turbiny gazowe napędu prądnic	– lepkość lub temperatura paliwa przed pompami wtryskowymi – temperatura gazów wydechowych za każdym cylindrem Patrz Tabela 21.3.1-1 PKiBSM, Część VIII.	– minimalna i maksymalna – maksymalna	–	
		– ciśnienie oleju smarowego	– minimalne	pierwszy stopień: alarm; drugi stopień: zatrzymanie	
		– temperatura oleju smarowego	– maksymalna	–	
		– obroty	– maksymalne	zatrzymanie	
		– temperatura gazów wylotowych przed turbiną	– maksymalna	–	
		– zanik płomienia lub nieudany zapłon	– zanik płomienia lub nieudany zapłon	zatrzymanie	
		– drgania	– wysokie		
		– brak zasilania układów kontrolnych	– brak zasilania		
		– działanie układu bezpieczeństwa	– zadziałanie		
		–	–		
		–	–		
		– napięcie zasilania	– minimalna	włączenie drugiego obwodu zasilającego lub drugiego zespołu zasilającego	
2.7	Urządzenie sterowe z napędem elektrycznym lub elektrohydraulicznym	– prąd obciążenia	– maksymalna	zależnie od przyjętych rozwiązań	
		– prąd zwarcia	– minimalna	wyłączenie napędu	

Lp.	Mechanizm, instalacja lub urządzenia	Parametry ¹⁾	Układ alarmowy: alarmowy stan/ sygnalizowana wartość parametru	Układ bezpieczeństwa	Uwagi
2.8	Napędy elektryczne innych mechanizmów ważnych	<ul style="list-style-type: none"> – prąd obciążenia – prąd zwarcia 	<ul style="list-style-type: none"> – maksymalna – minimalna 	zależnie od przyjętych rozwiązań wyłączenie napędu	
3	Instalacje rurociągów				
3.1	Instalacja żezowa	<ul style="list-style-type: none"> – podciśnienie na ssaniu pompy – poziom w studzienkach żezowych maszynowni 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – maksymalna 	- -	zaleca się oddzielny sygnał alarmowy na mostku nawigacyjnym (p. 21.2.8)
3.2	Instalacje przygotowania paliwa	<ul style="list-style-type: none"> – poziom w zbiorniku osadowym paliwa – woda uszczelniająca wirówki paliwa – temperatura paliwa na wlocie do wirówki – poziom w zbiorniku odpadów z wirówek – poziom w zbiornikach ściekowych 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – ubytek wody – maksymalna – minimalna – maksymalna 	- - - -	tylko jeżeli praca wirówki jest niezbędna w okresie pozostawiania siłowni bez nadzoru
3.3	Instalacje ściekowe	<ul style="list-style-type: none"> – poziom w zbiornikach ściekowych 	<ul style="list-style-type: none"> – maksymalna 	-	
4	Kotły parowe i instalacje związane				
4.1	Kocioł	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie pary – poziom wody – temperatura pary przegrzanej – temperatura pary nasyconej – przepływ wody przez pompę 	<ul style="list-style-type: none"> – maksymalna – maksymalna – minimalna – maksymalna – maksymalna – zanik przepływu 	- przy poziomie minimalnym – odcięcie dopływu paliwa -	tylko dla kotłów głównych tylko dla kotłów głównych
4.2	Pompa obiegowa	<ul style="list-style-type: none"> – przepływ wody przez pompę 	<ul style="list-style-type: none"> – zanik przepływu 	zależnie od instalacji i właściwości kotła	
4.3	Instalacja zasilająca	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie na tłoczeniu pompy zasilającej – ciśnienie oleju smarowego na wlocie do turbiny napędu pompy zasilającej 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – minimalna 	włączenie pompy rezerwowej zatrzymanie turbiny i włączenie pompy rezerwowej	tylko dla kotłów głównych
4.4	Instalacja opalania	<ul style="list-style-type: none"> – ciśnienie paliwa przed palnikiem – zgaszenie płomienia palnika 	<ul style="list-style-type: none"> – minimalna – 	odcięcie dopływu paliwa	

Lp.	Mechanizm, instalacja lub urządzenia	Parametry ¹⁾	Układ alarmowy: alarmowy stan/ sygnalizowana wartość parametru	Układ bezpieczeństwa	Uwagi
		– ciśnienie powietrza nadmuchowego	– minimalna	odcięcie dopływu paliwa	
		– temperatura paliwa przed palnikiem	– maksymalna	przy temperaturze minimalnej	
		– poziom w zbiorniku rozchodowym	– minimalna	– odcięcie dopływu paliwa	w przypadku kotłów pomocniczych tylko jeżeli praca kotła jest niezbędna do ruchu silnika głównego
		– obrotowy podgrzewacz powietrza	– zatrzymanie	odcięcie dopływu paliwa	tylko dla kotłów głównych
		– ciśnienie pary rozpylającej paliwo	– minimalna	odcięcie dopływu paliwa	tylko dla kotłów głównych
5	Instalacja sygnalizacji i wykrywania pożaru	– zadziałanie instalacji wykrywczej pożaru i/lub automatycznej instalacji gaśniczej	– sygnał alarmowy	–	dotyczy również urządzeń o budowie zamkniętej (kapsułowej)
6	Urządzenia chłodnicze	–	– niesprawność	–	grupowy sygnał alarmowy
		–	– awaria	–	grupowy sygnał alarmowy o zadziałaniu układu bezpieczeństwa

¹⁾ Parametry objęte układami bezpieczeństwa i alarmowymi – z wyjątkiem poziomów i przepływu – powinny być również objęte układem wskazującym.

²⁾ Pompa rezerwowa może być również uruchamiana sygnałem wywołanym zanikiem przepływu.

³⁾ Jeden wykrywacz mgły olejowej dla każdego silnika, który posiada dwa niezależne wyjścia inicjujące alarm i zatrzymanie silnika, spełnia wymaganie niezależności między układem alarmowym a układem zatrzymania silnika.

⁴⁾ Wymagane są dwa oddzielne czujniki: dla wywołania alarmu i dla redukcji obciążenia.

23 WYMAGANIA DODATKOWE WOBEC OKRĘTÓW O KADŁUBACH NIEMETALOWYCH

23.1 Instalacja odgromowa i uziemiająca

23.1.1 Na okrętach o kadłubach niemetalowych, tj. z poszyciem nie przewodzącym prądu, uziom stanowią wszystkie części metalowe skutecznie połączone elektrycznie z płytą wykonaną z metalu odpornego na korozję, o powierzchni (mierzonej w m²) odpowiadającej liczbowo nie mniej niż 10% długości okrętu (wyrażonej w m). Płyta o minimalnej grubości 4 mm i minimalnej szerokości 100 mm powinna być tak przymocowana do poszycia niemetalowego kadłuba, aby w każdych warunkach żeglugi była zawsze zanurzona w wodzie. Zaleca się stosowanie płyt uziemiających, wykonanych z porowatych stopów miedzi. Jeżeli kadłub zawiera stale zanurzone elementy metalowe konstrukcji okrętu (np. płetwę balastową lub miecz, wsporniki wału śrubowego, itp.) o odpowiednich wymiarach, można ich użyć jako płyty uziemiającej.

23.1.2 Do uziomu określonego w 22.1.1 należy podłączać wszystkie uziemienia urządzeń i instalacji elektrycznych, ekranów kabli i instalacji odgromowych, wymienione w rozdziale 2.

23.1.3 Na okręcie o konstrukcji z poszyciem niemetalowym wszystkie części instalacji odgromowej (zwód, przewód uziemiający) należy wykonać z metalu wg 2.5.2.4 i 2.5.2.5 oraz 2.5.3.

23.1.4 Wszystkie połączenia przewodów uziemiających i instalacji odgromowej powinny być czyste, niemalowane i oznaczone symbolem określonym w 2.4.

23.1.5 Skuteczność uziomów należy sprawdzić we wszystkich stanach pracy urządzeń energoelektrycznych, radiolokacyjnych i radiokomunikacyjnych.

23.1.6 Zasady wykonania wyżej wymienionych instalacji należy uzgodnić z PRS.

24 CZĘŚCI ZAPASOWE**24.1 Wymagania ogólne**

24.1.1 Liczba, rodzaj i rozmieszczenie części zapasowych na okręcie określana jest każdorazowo przez PRS. W procesie wyboru należy uwzględnić konstrukcję urządzeń elektrycznych i automatyki, zalecenia producentów, przewidywane warunki eksploatacji oraz czas trwania rejsu. Ponadto dla układów zdalnego sterowania i automatyki należy przyjąć jako zasadę wymianę całych elementów lub zespołów (bloki, kasety itp.), a nie poszczególnych ich części składowych.

24.1.2 Części zapasowe wraz z odpowiednimi narzędziami, materiałami i przyrządami powinny być umieszczone w łatwo dostępnym miejscu oraz zabezpieczone przed korozją.

24.2 Zestaw części zapasowych do urządzeń elektrycznych okrętu

Tabela 24.2
Zalecane części zapasowe do urządzeń elektrycznych okrętu

Lp.	Urządzenie	Nazwa części zapasowej	Liczba części zapasowych	Uwagi	
1	Wirujące prądnice i wzbudnice	szczotki	1 komplet	każdego typu dla trzech jednakowych maszyn	
		szczotkotrzymacze	1 sztuka		
		łożyska	1 komplet		
2	Wzbudnice statyczne	prostowniki sterowane i niesterowane	po 1 zestawie każdego typu	na trzy wzbudnice jednego typu	
		rezystory, kondensatory i cewki indukcyjne obwodów siłowych	po 1 szt. każdego typu		
		kompletna wzbudnica	1 sztuka		
3	Silniki elektryczne	szczotki	1 komplet	na sześć silników każdego typu	
		szczotkotrzymacze	1 sztuka		
		kompletny silnik	1 sztuka		
4	Maszyna sterowa	szczotki	1 komplet	dla każdego silnika	
		szczotkotrzymacze	1 sztuka		
		łożyska	1 komplet		
		silnik kompletny	1 sztuka	dotatkowo dla urządzenia sterowego z 1 silnikiem	
5	napędy pasowe	pasy klinowe	1 komplet	dla każdego napędu	
6	Rozdzielnice główne, awaryjne i pomocnicze, pulpity sterownicze itp. (liczba części dotyczy całego okrętu)	łączniki nożowe i warstwowe itp. łączniki samoczynne na prąd do 63 A	2 sztuki	każdego typu	
		łączniki samoczynne na prąd ponad 63 A	styki wymienne		1 komplet
			komory łukowe		1 komplet
			kompletne łączniki		1 sztuka
bezpieczniki	2 sztuki				
7	Aparaty sterownicze i rozruchowe oraz styczniki	kompletny aparat lub stycznik	1 sztuka	każdego typu na 6 jednakowych urządzeń	
8	Oświetlenie awaryjne	lampy żarowe	1 komplet	jeżeli napięcie zasilania oświetlenia różni się od napięcia sieci okrętowej	

Lp.	Urządzenie	Nazwa części zapasowej	Liczba części zapasowych	Uwagi
9	Latarnie sygnałowo-pozycyjne	lampy żarowe	2 sztuki dla każdej latarni	
10	Rozdzielnica latarni sygnałowo-pozycyjnych	przełącznik	2 sztuki	
		lampka kontrolna	1 komplet	
11	Przenośne przyrządy pomiarowe	miernik rezystancji izolacji	1 sztuka	zalecany uniwersalny miernik wielozakresowy
		amperomierz	1 sztuka	
		woltomierz	1 sztuka	
		omomierz	1 sztuka	
12	Wentylatory chłodni	kompletny wentylator	1 sztuka	dla 6 wentylatorów jednego typu
		silnik	1 sztuka	
		łożyska	1 komplet	
		propeler	1 sztuka	
13	Czujniki	czujnik	1 sztuka	każdego typu na 6 jednakowych urządzeń
14	Panele elektroniczne	panel	w uzgodnieniu z PRS	
15	Inne części elektroniczne	kompletna część lub zestaw naprawczy	w uzgodnieniu z PRS	

24.2.1 Podaną w tabeli 23.2 liczbę i rodzaj części zapasowych należy traktować jako ogólne zalecenia.

Załącznik 1**REZYSTANCJA IZOLACJI SIECI KABLOWEJ**

1 Wartości rezystancji izolacji obwodów kablowej sieci elektrycznej, mierzone w odniesieniu do kadłuba okrętu w czasie prób zdawczych po zakończeniu budowy okrętu lub w czasie przeglądów okrętów eksploatowanych, nie powinny być niższe od podanych w tabeli 1.

Tabela 1

Lp.	Przeznaczenie obwodu	Minimalna rezystancja izolacji, [MΩ]		
		do 125 V	od 125 do 500 V	powyżej 500 V
1	Zasilanie odbiorników oświetleniowych	0,3	1,0	-
2	Zasilanie odbiorników siłowych	-	1,0	2000 Ω na każdy 1 V napięcia znamionowego
3	Obwody układów łączności (jeżeli nie ustalono innych wymagań)	0,3	1,0	-

2 W czasie badania każdy obwód może być podzielony na dowolną liczbę odcinków przy użyciu istniejących w obwodzie łączników lub przez wyjęcie bezpieczników albo odłączenie odbiorników.

Załącznik 2

WIELKOŚCI MECHANICZNYCH I ELEKTRYCZNYCH PARAMETRÓW SPRAWDZANYCH PODCZAS BADAŃ TYPU URZĄDZEŃ ORAZ PRÓB INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ OKRĘTU

1 Rezystancja izolacji

1.1 Wartość rezystancji izolacji nowych urządzeń elektrycznych, mierzona w wytwórni lub laboratorium badawczym, powinna odpowiadać wymaganiom odpowiednich norm, lecz nie powinna być mniejsza niż:

- 10 MΩ na zimno, 1 MΩ na gorąco – dla urządzeń o napięciu znamionowym do 65 V włącznie,
- 100 MΩ na zimno, 10 MΩ na gorąco – dla urządzeń o napięciu znamionowym powyżej 65 V.

Dla maszyn elektrycznych, przy pomiarze rezystancji izolacji po próbie wytrzymałości elektrycznej, dopuszcza się wartość rezystancji na gorąco równą 1MΩ.

1.2 Wartość rezystancji izolacji urządzeń elektrycznych względem kadłuba okrętu oraz pomiędzy fazami (biegunami), mierzona w czasie prób przeprowadzonych po zakończeniu budowy okrętu, nie powinna być mniejsza od wartości podanych w tabeli 1.2.

Rezystancje izolacji urządzeń elektrycznych mierzone w czasie przeglądów okrętów eksploatowanych mogą być mniejsze od wartości podanych w tabeli 1.2, lecz nie mogą być mniejsze niż 2000 Ω/V znamionowego napięcia odbiornika.

Wartości rezystancji izolacji podane w tabeli 1.2 odnoszą się do urządzeń elektrycznych o napięciu do 1000 V. Wartości minimalnych rezystancji izolacji urządzeń elektrycznych o napięciu powyżej 1000 V powinny odpowiadać wymaganiom 18.1.1.

Wartości rezystancji izolacji należy odczytywać po upływie 1 minuty od chwili przyłożenia napięcia probierczego.

Tabela 1.2

Lp.	Rodzaj urządzenia elektrycznego	Minimalna rezystancja izolacji w temperaturze otoczenia 20 ± 5 °C i wilgotności do 85%, [MΩ]	
		na zimno	na gorąco
1	Maszyny elektryczne	1	1
2	Transformatory	5	2
3	Rozdzielnice	1	-
4	Aparatura nastawczo-rozruchowa	5	-

2 Wytrzymałość elektryczna izolacji

2.1 Wymagania ogólne

Wytrzymałość elektryczną izolacji urządzeń elektrycznych, z wyjątkiem urządzeń, dla których podano inne wartości w 2.2 niniejszego Załącznika, należy sprawdzać w przeciągu 1 minuty napięciem probierczym przemiennym, sinusoidalnym, o częstotliwości 50 Hz i o wartości skutecznej podanej w tabeli 2.1.

Tabela 2.1

Napięcie znamionowe U_n , [V]	Napięcie probiercze U_p , [V]
do 65	$2 U_n + 500$
od 66 do 250	1500
od 251 do 500	2000
od 501 do 1000	$2 U_n + 1000$
powyżej 1000	$3 U_n$

Tabela 2.1 nie dotyczy urządzeń łączności oraz urządzeń elektrycznych z elementami półprzewodnikowymi, dla których wysokość napięcia probierczego podlega odrębnemu uzgodnieniu z PRS.

2.2 Maszyny, transformatory i aparaty

2.2.1 Izolacja uzwojeń maszyn elektrycznych powinna wytrzymać w ciągu 1 minuty, bez przebiecia i przeskoku iskrowego, napięcie probiercze przemienne, praktycznie sinusoidalne, o częstotliwości 50 Hz i o wartości skutecznej podanej w tabeli 2.2.1.

Tabela 2.2.1
Napięcie probiercze przy próbach elektrycznej wytrzymałości izolacji maszyn elektrycznych

Lp.	Wyszczególnienie		Wartość skuteczna napięcia probierczego U_p , [V]
1	Części izolowane maszyn o mocach:	mniejszych niż 1 kVA	$2 U_n + 500V$
		od 1 kVA do 10 000 kVA	$2 U_n + 1000V$, lecz nie mniej niż 1500V
2	Uzwojenia wzbudzające maszyn prądu stałego zasilane z obcego źródła		$2 U_w + 1000V$, lecz nie mniej niż 1500V
3	Uzwojenie wzbudzające prądnic synchronicznych		$10 U_w$, lecz nie mniej niż 1500V i nie więcej niż 3500V
4	Uzwojenie wzbudzające silników synchronicznych jeżeli:	rozruch odbywa się przy uzwojeniu wzbudzającym zwartym lub przyłączonym bezpośrednio do wirnika albo przy nieobciążonym uzwojeniu prądu przemiennego	$2 U_w + 1000 V$, lecz nie mniej niż 1500 V
		rozruch odbywa się bądź przy uzwojeniu wzbudzającym zwartym przez szeregowo włączaną oporność, bądź przy rozwartym obwodzie wzbudzenia – niezależnie od tego, czy obwód wzbudzenia składa się z oddzielnych gałęzi czy też nie.	$2 U_m + 1000 V$, lecz nie mniej niż 1500 V
5	Uzwojenia wirników silników indukcyjnych pierścieniowych lub indukcyjnych synchronizowanych, jeżeli nie są one stale zwarte (np. jeżeli rozruch odbywa się przez rezystancję)	wirujących tylko w jednym kierunku lub też zmieniających kierunek wirowania po uprzednim zatrzymaniu się	$2 U_r + 1000 V$, lecz nie mniej niż 1500 V
		nawrotnych lub hamowanych przeciwnie	$4 U_r + 1000 V$, lecz nie mniej niż 1500 V
6	Uzwojenia wirników silników prądu stałego dźwignicowych nawrotnych		$3 U_n + 1000 V$, lecz nie mniej niż 1500 V
7	Wzbudnice oprócz podanych w lp. 2 i 8		jak dla uzwojeń wzbudzających, do których zasilania są przeznaczone
8	Wzbudnice silników synchronicznych lub indukcyjnych synchronizowanych, jeżeli są podczas rozruchu silnika odłączone lub jeżeli jeden ich biegun jest uziemiony		$2 U_n + 1000 V$, lecz nie mniej niż 1500 V

- U_n – napięcie znamionowe, [V];
 U_w – największe napięcie znamionowe wzbudzenia, [V];
 U_m – największe napięcie, które może powstać w warunkach rozruchowych pomiędzy zaciskami uzwojenia wzbudzenia lub w przypadku, gdy jest ono podzielone na gałęzie – między zaciskami gałęzi, [V];
 U_r – napięcie między pierścieniami lub zaciskami wirnika przy zahamowanym wirniku i napięciu znamionowym przyłożonym do zacisków stojana, [V];

2.2.2 Oprócz badań wymienionych w tabeli 2.2.1, maszyny elektryczne powinny w ciągu 3 minut wytrzymać bez uszkodzenia podwyższone napięcie probiercze międzyzwojowe, uzyskane przez podwyższenie napięcia na zaciskach maszyny do 130% wartości napięcia znamionowego. Maszyny pracujące w określonym zakresie napięć powinny wytrzymać próbę izolacji międzyzwojowej napięciem probierczym równym 130% wartości górnego napięcia.

2.2.3 Podczas badań w wytwórni transformatory powinny w ciągu 1 minuty wytrzymać próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji wykonaną napięciem probierczym równym podwójnej wartości międzyprzewodowego napięcia znamionowego powiększonego o 1000 V, lecz nie niższym niż 2500 V. Napięcie probiercze prądu przemiennego o wartości wyżej podanej i dowolnej częstotliwości w granicach od 25 do 100 Hz należy przyłożyć kolejno między każde uzwojenie, a pozostałe uzwojenia połączone z obudową i uziemionymi rdzeniami.

Badania należy wykonywać po próbie nagrzewania, jeżeli była ona przeprowadzona.

Izolacja międzyzwojowa powinna wytrzymać badanie napięciem probierczym równym podwójnej wartości napięcia, które powstaje między zwojami, cewkami i zaciskami cewek, gdy do zacisków transformatora doprowadzi się napięcie znamionowe.

Czas trwania próby powinien być nie krótszy od określonego wg wzoru 2.2.3 i nie krótszy niż 15 s:

$$t = \frac{2f_n}{f_{pr}} \quad (2.2.3)$$

t – czas trwania próby, [min].

f_n – znamionowa częstotliwość transformatora, [Hz];

f_{pr} – częstotliwość napięcia probierczego, [Hz].

2.2.4 Izolacja aparatów elektrycznych powinna w ciągu 1 minuty wytrzymać, bez przebicia i przeskoku iskrowego, działanie praktycznie sinusoidalnego napięcia probierczego prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz i o wartości skutecznej podanej w tabeli 2.2.4.

Tabela 2.2.4

Napięcie znamionowe, [V]	Napięcie probiercze, [V]
do 65	1000
od 66 do 250	2000
od 251 do 660	2500
od 661 do 800	3000
od 801 do 1200	3500
od 1201 do 7500	$3 U_n$

2.2.5 Napięcie probiercze bezpieczników wykonanych na napięcie znamionowe do 500 V powinno wynosić 3000 V.

2.2.6 Izolacja uzwojeń zwalniaka elektromagnetycznego powinna w czasie jednej minuty wytrzymać, bez przebicia i przeskoku iskrowego, napięcie probiercze praktycznie sinusoidalne, o częstotliwości 50 Hz i o wartości skutecznej 2000 V.

3 Dopuszczalne temperatury

3.1 Dopuszczalne temperatury, w których materiały izolacyjne mogą długotrwale pracować, podane są w tabeli 3.1.

Tabela 3.1

Klasa izolacji	Dopuszczalna temperatura, [°C]
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
200, 220, 250	powyżej 180

Jeżeli izolacja składa się z różnych materiałów, to temperatury osiągnięte przez każdy z tych materiałów nie powinny przekraczać wartości dopuszczalnej dla danego materiału.

Jeżeli izolacja składa się z kilku warstw różnych materiałów, przy czym nie ma możliwości pomiaru temperatury osiągniętej przez poszczególne materiały, to temperatura nie powinna przekraczać wartości dopuszczalnej dla materiału najniższej klasy.

Materiał izolacyjny zastosowany do ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi lub jako przekładki dystansowe może mieć niższą klasę izolacji.

3.2 Dopuszczalne dla maszyn elektrycznych przyrosty temperatur podane są w tabeli 3.2. Zostały one wyznaczone przy założeniu, że temperatura chłodzącego powietrza wynosi +45 °C. Jeżeli temperatura czynnika chłodzącego jest niższa od założonych powyżej wartości, przyrosty temperatur mogą być odpowiednio zwiększone, nie więcej jednak niż o 10 °C.

Jeżeli temperatura czynnika chłodzącego jest wyższa od podanych wyżej wartości, przyrosty temperatur należy odpowiednio zmniejszyć.

Tabela 3.2
Dopuszczalne przyrosty temperatury maszyn elektrycznych
przy temperaturze powietrza chłodzącego +45 °C

Lp.	Części maszyn elektrycznych	Klasa izolacji														
		A			E		B			F			H			
		Pomiar temperatury, [°C], metoda:														
		termometrową	oporową	wbudowanych czujników	termometrową	oporową	wbudowanych czujników	termometrową	oporową	wbudowanych czujników	termometrową	oporową	wbudowanych czujników	termometrową	oporową	wbudowanych czujników
1	Uzwojenia prądu przemienicznego maszyn synchronicznych i asynchronicznych i o mocy 5000 kVA i większej lub o długości czynnego żelaza 1 m i większej	-	55	55	-	65	65	-	75	75	-	95	95	-	120	120
2	Uzwojenia maszyn prądu przemiennego o mocy mniejszej od 5000 kVA i długości czynnego żelaza mniejszej od 1 m. Uzwojenia wzbudzenia maszyn prądu stałego i przemienicznego zasilane prądem stałym, z wyjątkiem wymienionych w lp. 3, 4, 5. Uzwojenia tworników połączone z komutatorem	45	55	-	60	70	-	65	75	-	80	95	-	100	120	-
3	Uzwojenia wzbudzenia maszyn z utajonymi biegunami zasilane prądem stałym	-	60	-	-	75	-	-	85	-	-	105	-	-	120	-
4	Jednowarstwowe uzwojenia wzbudzenia z nieosłoniętymi powierzchniami	60	60	-	75	75	-	85	85	-	105	105	-	130	130	-
5	Uzwojenia wzbudzające wielowarstwowe o małej oporności i uzwojenia kompensacyjne	55	55	-	70	70	-	75	75	-	95	95	-	120	120	-
6	Uzwojenia zwarte izolowane	55	-	-	70	-	-	75	-	-	95	-	-	120	-	-
7	Uzwojenia zwarte nieizolowane	Przyrosty temperatury tych części nie powinny osiągać wartości zagrażających uszkodzeniem izolacji lub innych przyległych materiałów														
8	Rdzenie stalowe i inne części nie stykające się z uzwojeniami															
9	Rdzenie stalowe i inne części stykające się z uzwojeniami	55	-	-	70	-	-	75	-	-	95	-	-	120	-	-
10	Komutatory i pierścienie ślizgowe zamknięte i otwarte	55	-	-	65	-	-	75	-	-	85	-	-	95	-	-

3.3 Przyrost temperatur transformatorów pracujących przy obciążeniu znamionowym i temperaturze otoczenia +45 °C nie powinien przekraczać wartości podanych w tabeli 3.3.

Tabela 3.3

Lp.	Wyszczególnienie	Metoda pomiaru	Dopuszczalny przyrost temperatury, [°C], dla klasy izolacji				
			A	E	B	F	H
1	Uzwojenie transformatorów	oporowa	55	65	75	95	120
2	Rdzenie i inne części	termometrowa	taki, by przylegający materiał nie osiągnął temperatury wyższej od dopuszczalnej dla niego				

3.4 Dopuszczalne przyrosty temperatury różnych części urządzeń (aparatu) odniesione do temperatury otoczenia +45 °C nie powinny przekraczać wartości podanych w tabeli 3.4.

Tabela 3.4

Lp.	Części urządzenia (aparatu)			Dopuszczalne przyrosty temperatury, [°C]
1	Styki sprężynowe masywne	z miedzi	przy pracy ciągłej	35
			przy pracy 8-godzinnej, przerywanej i dorywczej	55
		ze srebra lub z nakładkami ze srebra		*
		z innych metali oraz ze spieków metalowo-ceramicznych		w zależności od rodzaju metalu lub spieku metalowo-termicznego
2	Styki szczotkowe			25
3	Połączenia szynowe	nie zabezpieczone w miejscu styku przed utlenianiem		45
		zabezpieczone w miejscu styku przed utlenianiem	warstwą cyny lub kadmu	55
			warstwą srebra	75
		lutowane lub spawane		75
4	Magnesy, rdzenie magnetyczne itp. części			jak dla izolacji przylegającej do tych części
5	Ręczne elementy sterownicze	z metalu	10	
		z materiału izolacyjnego	20	
6	Obudowy, osłony lub części dostępne do przypadkowego dotknięcia			35
7	Obudowy oporników osłonięte od przypadkowego dotknięcia			200
8	Powietrze chłodzące z oporników przy pomiarze w odległości 25 mm			175

* Dopuszcza się taki przyrost temperatury, aby nagrany element nie wywołał przekroczenia temperatury dopuszczalnej dla innych przylegających do niego części.

4 Stopień nierównomierności biegu zespołów prądotwórczych

Stopień nierównomierności biegu zespołów prądotwórczych z napędowymi silnikami tłokowymi nie powinien, na jeden obrót, przekraczać wartości podanych w tabeli 4.

Tabela 4

Liczba impulsów silnika na sekundę	Stopień nierównomierności biegu	
	silniki jedno- i dwucylindrowe	silniki o liczbie cylindrów większej niż dwa
poniżej 10	1/75	1/150
od 10 do 20	1/75	liczba impulsów na sek./1500
powyżej 20	1/75	1/75

Stopień nierównomierności biegu na jeden obrót, przy dowolnym obciążeniu do znamionowego włącznie i przy znamionowej prędkości obrotowej, oblicza się wg wzoru:

$$S = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{sr}} \quad (4)$$

ω_{\max} – największa prędkość kątowna;

ω_{\min} – najmniejsza prędkość kątowna;

ω_{sr} – średnia prędkość kątowna.

5 Odporność i wytrzymałość na drgania

Wymagania są podane w *Publikacji 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych*.

6 Badania klimatyczne

Wymagania są podane w *Publikacji 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych*.

7 Badanie zapalności materiałów elektroizolacyjnych

Wymagania są podane w *Publikacji 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych*.