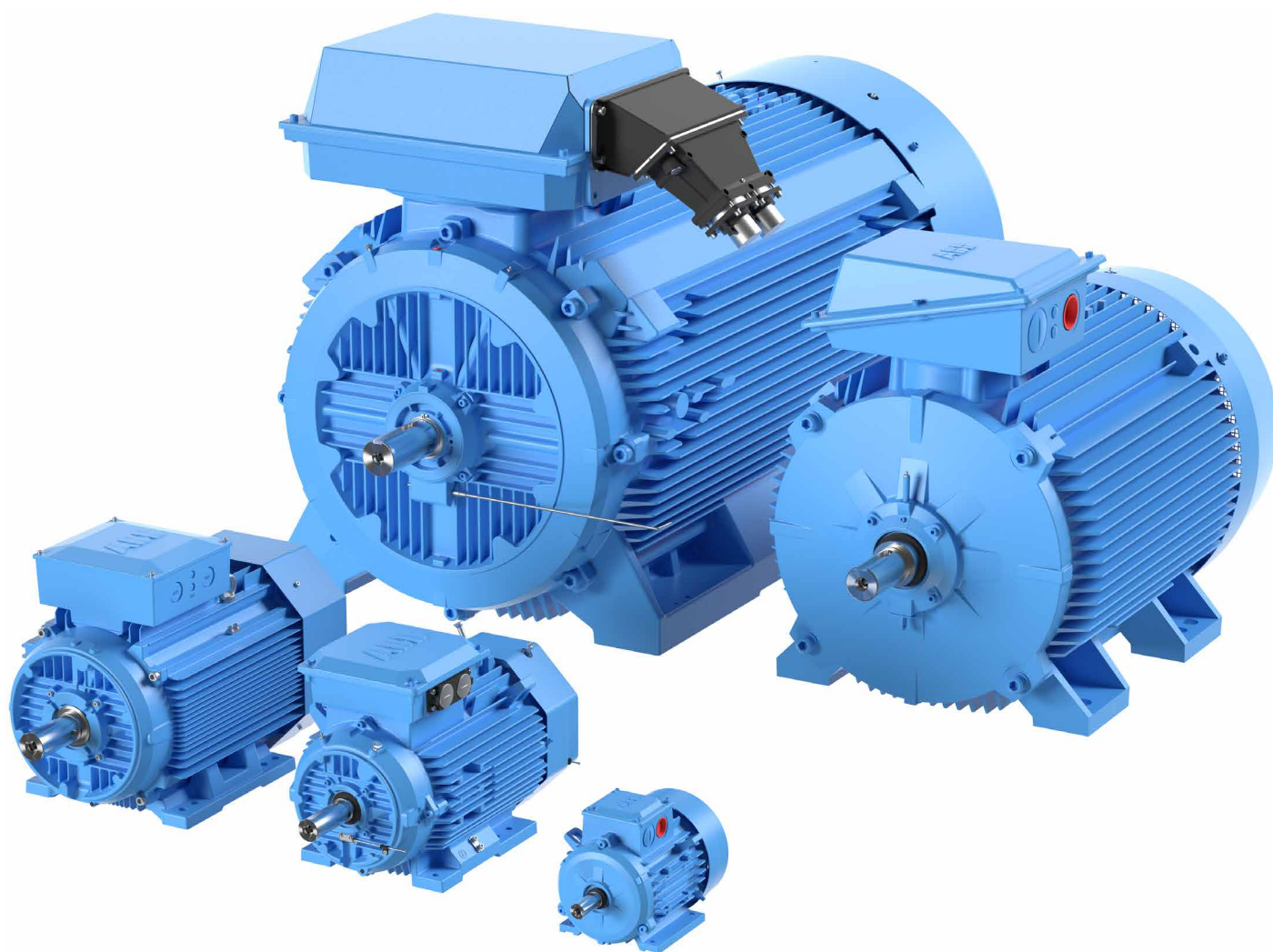

PODRĘCZNIK INSTALACJI, EKSPLOATACJI, KONSERWACJI I BEZPIECZEŃSTWA

Silniki niskonapięciowe

Podręcznik instalacji, eksploatacji, konserwacji i bezpieczeństwa



Spis treści

Spis treści	3
1 Wprowadzenie	5
1.1 Deklaracja zgodności	5
1.2 Ważność	5
2 Zasady bezpieczeństwa	6
3 Obsługa	7
3.1 Odbiór	7
3.2 Przewożenie i przechowywanie	7
3.3 Podnoszenie	8
3.4 Masa silnika	8
4 Instalacja i przekazanie do eksploatacji	9
4.1 Informacje ogólne	9
4.2 Silniki z łożyskami innymi niż głębokie rowkowe łożyska kulkowe	9
4.3 Kontrola rezystancji izolacji	10
4.4 Podbudowa silnika	10
4.5 Wyważanie, montaż połówek sprzęgła i kół pasowych	11
4.6 Instalacja i osiowanie silnika	11
4.7 Siły promieniowe i napędy pasowe	11
4.8 Silniki z otworami drenażowymi	12
4.9 Okablowanie i połączenia elektryczne	12
4.9.1 Sposoby podłączenia silnika przy różnych metodach rozruchu	13
4.9.2 Podłączanie osprzętu dodatkowego	13
4.10 Zaciski a kierunek obrotów	13
5 Obsługa	14
5.1 Informacje ogólne	14
6 Silniki niskonapięciowe w trybie pracy ze zmienną prędkością obrotową	15
6.1 Wprowadzenie	15
6.2 Izolacja uzwojeń	15
6.3 Zabezpieczenie termiczne	15
6.2.1 Dobór izolacji uzwojenia do przemienników firmy ABB	15
6.2.2 Dobór izolacji uzwojenia do pozostałych przemienników	15
6.4 Prądy łożyskowe	16
6.4.1 Eliminowanie prądów łożyskowych w przypadku przemienników firmy ABB	16
6.4.2 Eliminowanie prądów łożyskowych w przypadku innych przemienników	16
6.5 Okablowanie, uziemienie oraz kompatybilność elektromagnetyczna	17
6.6 Prędkość robocza	17
6.7 Silniki z przemiennikiem częstotliwości	17
6.7.1 Informacje ogólne	17
6.7.2 Obciążalność silnika z przemiennikami serii AC_8__ ze sterowaniem DTC	17
6.8 Tabliczki znamionowe	18
6.9 Pierwsze uruchomienie silnika z przemiennikiem częstotliwości	18
6.7.3 Obciążalność silnika z przemiennikami serii AC_5__	18
6.7.4 Obciążalność silnika z innymi przemiennikami źródła napięcia typu PWM	18
6.7.5 Krótkotrwałe przeciążenia	18

7	Konserwacja	19
7.1	Przegląd ogólny	19
7.1.1	Silniki w trybie gotowości	19
7.2	Smarowanie	20
7.2.1	Silniki z trwale nasmarowanymi łożyskami	20
7.2.2	Silniki z łożyskami przeznaczonymi do smarowania	20
7.2.3	Okresy smarowania i ilości smaru	21
7.2.4	Smary	22
8	Wsparcie posprzedażowe	23
8.1	Części zamienne	23
8.2	Demontaż, montaż i przewijanie	23
8.3	Łożyska	23
9	Wymagania dotyczące środowiska	24
10	Rozwiązywanie problemów	25
11	Rysunki	27

1 Wprowadzenie



Aby zapewnić bezpieczeństwo podczas instalacji, eksploatacji i konserwacji silnika, należy postępować zgodnie z niniejszym podręcznikiem. Obowiązek zapoznania się z instrukcjami w nim zawartymi ciąży na wszystkich osobach instalujących, obsługujących lub konserwujących silnik bądź powiązany z nim sprzęt. Silnik mogą instalować i eksploatować tylko wykwalifikowani pracownicy przeszkoleni w zakresie BHP i znający obowiązujące w danym kraju przepisy. Odstępstwa od zapisów niniejszego podręcznika mogą doprowadzić do unieważnienia wszelkich gwarancji.

1.1 Deklaracja zgodności

Zgodność produktu końcowego z dyrektywą 2006/42/WE (Dyrektywa Maszynowa) musi ustalić strona dokonująca pierwszego uruchomienia po zamontowaniu silnika w urządzeniu.

1.2 Ważność

Instrukcje zawarte w niniejszym podręczniku obowiązują w odniesieniu do następujących typów urządzeń elektrycznych firmy ABB przeznaczonych do pracy z silnikami i generatorami:

- urządzeń serii MT*, MXMA,
- urządzeń serii M1A*, M2A*/M3A*, M2B*/M3B*, M4B*, M2C*/M3C*, M2F*/M3F*, M2L*/M3L*, M2M*/M3M*, M2Q*, M2R*/M3R*, M2V*/M3V*
- o wzniosach wałów 56-500 wg IEC
- o wzniosach wałów 58*, 50** wg NEMA

Silników Ex dotyczy osobna instrukcja „Silniki niskiego napięcia do obszarów zagrożonych wybuchem: Podręcznik instalacji, eksploatacji, konserwacji i bezpieczeństwa (3GZF500730-47).

Niektóre typy maszyn wymagają podania dodatkowych informacji ze względu na specjalne zastosowanie i/lub ze względów konstrukcyjnych.

Dodatkowa instrukcja jest dostępna dla następujących silników:

- silników do stołów rolkowych
- silników chłodzonych wodą
- silników instalacji wyciągowych dymu
- silników z hamulcem
- silników przystosowanych do pracy w wysokich temperaturach
- silników do zastosowań morskich do montażu na otwartym pokładzie
- statków lub jednostek offshore

2 Zasady bezpieczeństwa

Silnik mogą instalować i eksploatować tylko wykwalifikowani pracownicy przeszkoleni w zakresie BHP i znający obowiązujące w danym kraju przepisy.

Należy zapewnić wyposażenie ochronne w celu zapobiegania wypadkom w miejscu instalacji oraz eksploatacji zgodnie z lokalnymi regulacjami prawnymi.



OSTRZEŻENIE

Urządzenie należy wyposażyć w wyłącznik zatrzymania awaryjnego z blokadą ponownego uruchomienia. Po zatrzymaniu awaryjnym nowe polecenie uruchomienia może zostać wykonane dopiero po świadomym skasowaniu blokady ponownego uruchomienia.

Należy przestrzegać następujących wytycznych:

1. Zabrania się wchodzenia na silnik.
2. Nie wolno dotykać zewnętrznych powierzchni kadłuba silnika, ponieważ jego temperatura podczas pracy oraz, szczególnie, zaraz po wyłączeniu może być bardzo wysoka.
3. Niektóre specjalistyczne zastosowania silników mogą wymagać przestrzegania dodatkowych instrukcji (na przykład w razie zasilania przez przemiennik częstotliwości).
4. Zwrócić szczególną uwagę na wirujące części silnika.
5. Zabrania się otwierania skrzynek zaciskowych pod napięciem.

3 Obsługa

3.1 Odbiór

Natychmiast po odebraniu silnika należy go sprawdzić pod kątem zewnętrznych uszkodzeń (na przykład końcówek wału i kołnierzy oraz lakierowanych powierzchni). W przypadku stwierdzenia uszkodzeń należy niezwłocznie zawiadomić przewoźnika.

Należy sprawdzić wszystkie dane z tabliczki znamionowej, w szczególności napięcie oraz sposób połączenia uzwojenia (gwiazda lub trójkąt).

Typy łożysk podawane są na tabliczce znamionowej w przypadku wszystkich silników z wyjątkiem silników o niewielkich wzniosach wału.

W przypadku silnika sterowanego przemiennikiem częstotliwości należy sprawdzić dozwolone maksymalne obciążenie względem zakresu częstotliwości podanego na dodatkowej tabliczce znamionowej silnika.

3.2 Przewożenie i przechowywanie

Silnik powinien być przechowywany w suchym i zamkniętym pomieszczeniu (w temperaturze powyżej -20°C), wolnym od wstrząsów i pyłu. Podczas transportu należy unikać wstrząsów, uderzeń i wilgoci. W przypadku szczególnych warunków należy skontaktować się z firmą ABB.

Nieosłonięte powierzchnie obrabione (końcówki wału i kołnierze) powinny być zabezpieczone przed korozją.

Zaleca się, aby co pewien czas (co kwartał) ręcznie obracać wałem silnika w celu niedopuszczenia do przemieszczenia się smaru.

Aby zapobiec kondensacji wody w silniku, zaleca się stosowanie grzałek postojowych, o ile silniki zostały w nie wyposażone.

Aby uniknąć uszkodzeń łożysk, silnik podczas postoju nie może być narażony na jakiegokolwiek zewnętrzne drgania.

Silniki wyposażone w łożyska wałeczkowe i (lub) skośne muszą być podczas transportu zaopatrzone w ich blokady.

3.3 Podnoszenie

Wszystkie silniki ABB o masie powyżej 25 kg są wyposażone w ucha lub śruby oczkowe do podnoszenia.

Do podnoszenia silnika można używać wyłącznie głównych uszu lub śrub oczkowych silnika. Nie wolno ich używać do podnoszenia silnika zespolonego z innym urządzeniem.

Nie wolno używać do podnoszenia silnika uszu przeznaczonych do podnoszenia osprzętu dodatkowego (np. hamulców, oddzielnych wentylatorów chłodzących). Silniki o tym samym wzniosie wału mogą mieć różne środki ciężkości z uwagi na różnice w wyjściach, sposobach montażu lub wyposażeniu dodatkowym.

Zabrania się używania uszkodzonych uch do podnoszenia. Przed przystąpieniem do podnoszenia należy sprawdzić, czy śruby oczkowe lub wbudowane uszy do podnoszenia są nieuszkodzone.

Przed podnoszeniem należy dokręcić śruby oczkowe. W razie potrzeby położenie śruby oczkowej można wyregulować za pomocą właściwych podkładek.

Należy stosować sprzęt do podnoszenia o odpowiednim udźwigu oraz haki o wielkości dostosowanej do uch do podnoszenia.

Należy dołożyć wszelkich starań, aby nie uszkodzić osprzętu dodatkowego ani kabli podłączonych do silnika.

Należy odkręcić zdemontować ewentualne elementy mocujące silnik do palety.

Właściwe instrukcje dotyczące podnoszenia są dostępne w firmie ABB.



OSTRZEŻENIE

Podczas podnoszenia, instalacji lub wykonywania prac konserwacyjnych należy przestrzegać wszystkich zasad bezpieczeństwa i uważać, aby pod podwieszonym ładunkiem nie przebywały żadne osoby.

3.4 Masa silnika

Masa całkowita silników o takim samym wzniosie wału (rozmiarze kadłuba) może być różna i uzależniona jest od mocy, formy montażu oraz zainstalowanego osprzętu dodatkowego.

W poniższej tabeli znajdują się przybliżone masy maksymalne maszyn w podstawowych wersjach w zależności od materiału.

Rzeczywista masa wszystkich silników firmy ABB, poza najmniejszymi (56 i 63), jest podana na tabliczce znamionowej.

Tabela 3.1: Minimalne pole przekroju poprzecznego przewodów ochronnych

Wznios wału	Aluminium, masa w kg	Żeliwo, masa w kg	Dodatkowo z hamulcem
56	4,5	–	–
63	6	–	–
71	8	13	5
80	14	20	8
90	20	30	10
100	32	40	16
112	36	50	20
132	93	90	30
160	149	130	30
180	162	190	45
200	245	275	55
225	300	360	75
250	386	405	75
280	425	800	–
315	–	1700	–
355	–	2700	–
400	–	3500	–
450	–	4500	–
5000	–	2800	–

Jeśli silnik wyposażono w osobny wentylator, informacje o masie można uzyskać, kontaktując się z firmą ABB.

4 Instalacja i przekazanie do eksploatacji



OSTRZEŻENIE

Należy odłączyć zasilanie i zablokować silnik przed przystąpieniem do prac z silnikiem lub napędzanym urządzeniem.

4.1 Informacje ogólne

Wszystkie dane z tabliczki znamionowej silnika należy dokładnie sprawdzić, aby upewnić się, że zabezpieczenie silnika i jego połączenia zostały wykonane prawidłowo.

Przed pierwszym uruchomieniem silnika lub po jego magazynowaniu przez ponad 6 miesięcy należy przesmarować łożyska odpowiednią ilością smaru.

Więcej informacji znajduje się w części 7.2.2 „Silniki z łożyskami wymagającymi smarowania”.

Gdy silnik jest zainstalowany w położeniu pionowym z wałem skierowanym w dół, należy go wyposażyć w daszek ochronny, aby nie dopuścić do przedostania się obcych przedmiotów i cieczy do otworów wentylacyjnych. Dopuszczalne jest użycie w tym celu oddzielnej osłony, która nie jest przymocowana do silnika. W takim przypadku należy umieścić tabliczkę ostrzegawczą na silniku.

4.2 Silniki z łożyskami innymi niż głębokie rowkowe łożyska kulkowe

Należy usunąć blokadę transportową, jeżeli została założona. Należy ręcznie sprawdzić, czy wał silnika obraca się swobodnie.

Silniki wyposażone w cylindryczne łożyska wałeczkowe:

Uruchamianie silnika bez przyłożenia do wału siły promieniowej może spowodować uszkodzenie łożyska wałeczkowego ze względu na „poślizg”.

Silniki wyposażone w kulkowe łożysko skośne:

Uruchamianie silnika bez przyłożenia siły osiowej o prawidłowym zwrocie może spowodować uszkodzenie łożyska skośnego.



OSTRZEŻENIE

W silnikach ze skośnymi łożyskami kulkowymi siła osiowa nie może zmieniać kierunku.

Typy łożyska podano na tabliczce znamionowej.

4.3 Kontrola rezystancji izolacji

W razie podejrzenia obecności wilgoci w uzwojeniu, przed uruchomieniem, po długim przestojach lub magazynowaniu należy zmierzyć rezystancję izolacji (RI). RI należy mierzyć bezpośrednio na zaciskach silnika po odłączeniu przewodów zasilających, aby uniknąć zafałszowania wyniku.

Rezystancja izolacji powinna stanowić wskaźnik pozwalający na określenie zmian w układzie izolacji. Ponieważ w nowych maszynach wartość RI wynosi zwykle kilka tysięcy M Ω , śledzenie zmian IR jest ważne, aby poznać stan układu izolacji. Zazwyczaj RI nie powinna być niższa niż 10 M Ω , a w żadnym wypadku niższa niż 1 M Ω (mierzona przy napięciu 500 lub 1000 V DC i skorygowana do 25°C). Rezystancja izolacji zmniejsza się o połowę przy wzroście temperatury otoczenia o każde 20°C.

Korekta rezystancji izolacji do żądanej temperatury otoczenia możliwa jest na podstawie rys. 1 w rozdziale 11.



OSTRZEŻENIE

Aby uniknąć porażenia prądem elektrycznym, obudowa silnika musi być uziemiona, a uzwojenia powinny zostać rozładowane względem obudowy natychmiast po dokonaniu każdego pomiaru.

Jeśli wartość rezystancji odniesienia nie została osiągnięta, uzwojenie jest zbyt wilgotne i musi zostać wysuszone w piecu. Temperatura w piecu powinna wynosić 90°C przez 12 do 16 godzin, a następnie 105°C przez 6 do 8 godzin.

Podczas suszenia zatyczki otworów drenażowych muszą być usunięte a zawory zamykające otwarte, o ile stanowią one wyposażenie silnika.

Po zakończeniu osuszania zatyczki należy zainstalować ponownie. Jeżeli otwory drenażowe są zaślepione, na czas suszenia należy zdemonstrować tarcze łożyskowe oraz pokrywę skrzynki zaciskowej.

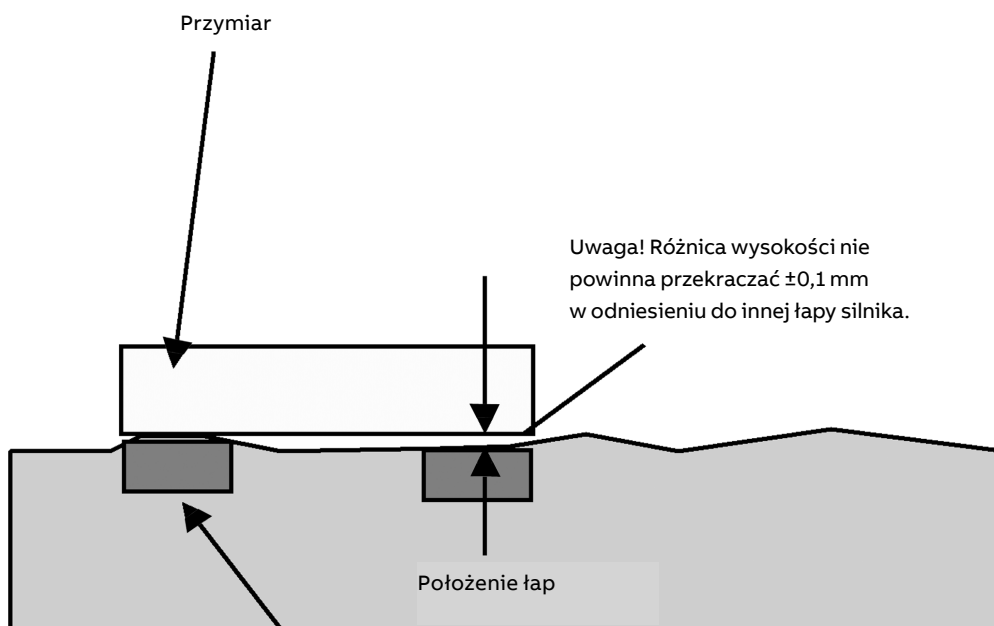
Uzwojenia, które zostały zawilgocone wodą morską, wymagają przewojenia.

4.4 Podbudowa silnika

Użytkownik końcowy ponosi pełną odpowiedzialność za przygotowanie podstawy montażowej.

Podstawy metalowe należy pomalować, aby zapobiec korozji.

Podstawy muszą być równe i wystarczająco sztywne, aby wytrzymać działanie ewentualnych sił zwarciovych. Podbudowę należy zaprojektować i zwymiarować tak, aby uniknąć przenoszenia drgań na silnik oraz drgań spowodowanych rezonansem. Patrz rysunek poniżej.



4.5 Wyważanie, montaż połówek sprzęgła i kół pasowych

Standardowo wyważenie silnika wykonuje się za pomocą półwypustu.

Półówki sprzęgieł lub kół pasowe muszą być wyważone po dopasowaniu rowków wpustowych. Wyważanie musi zostać wykonane zgodnie z metodą wyważania określoną dla danego silnika.

Półówki sprzęgieł i kół pasowe należy zakładać na wał przy użyciu odpowiedniego oprzyrządowania i narzędzi, aby nie uszkodzić łożysk i uszczelnień.

Zabrania się zakładania półsprzęgieł i kół pasowych na wał za pomocą młotka ani zdejmowania ich z użyciem dźwigni opartej o obudowę silnika.

4.6 Instalacja i osiowanie silnika

Wymagana jest dostateczna ilość wolnej przestrzeni wokół silnika w celu zapewnienia swobodnej cyrkulacji powietrza. Zaleca się, aby prześwit między pokrywą wentylatora a ścianą itd. wynosił co najmniej $\frac{1}{2}$ wielkości wlotu powietrza chłodzącego na pokrywie wentylatora. Dodatkowe informacje można znaleźć w katalogu produktów lub na rysunkach wymiarowych dostępnych na naszych stronach internetowych: www.abb.com/motors&generators.

Właściwe osiowanie silnika w trakcie montażu jest niezbędne, aby uniknąć awarii łożysk, drgań oraz ewentualnych uszkodzeń wału.

Silnik należy instalować na podstawie przy użyciu odpowiednich śrub lub kotew oraz podkładek regulacyjnych między podstawą oraz łapą silnika.

Silnik należy wyosiować przy użyciu właściwych metod.

W niektórych wypadkach trzeba wywiercić otwory lokalizacyjne oraz włożyć zawlecзки w odpowiednie miejsca.

Dokładność montażu półsprzęgła: sprawdzić, czy odstęp „b” oraz odległość między punktami a1 i a2 są mniejsze niż 0,05 mm (patrz rys. 2).

Osiowość należy ponownie sprawdzić po końcowym dokręceniu śrub lub zamocowaniu kołków.

Nie wolno przekraczać dozwolonych obciążeń łożysk podanych w katalogach produktu.

Sprawdzić, czy do silnika dopływa dostateczna ilość powietrza. Upewnić się, że w pobliżu silnika nie ma żadnych przedmiotów, a silnik nie jest dodatkowo nagrzewany przez promienie słoneczne.

W wypadku silników z mocowaniem kołnierzym (np. B5, B35, V1) należy upewnić się, że konstrukcja umożliwia dopływ dostatecznej ilości powietrza na zewnętrzną powierzchnię kołnierza.

4.7 Siły promieniowe i napędy pasowe

Pasy muszą zostać napięte zgodnie z instrukcjami dostawcy urządzenia napędzanego silnikiem. Nie wolno przy tym przekraczać maksymalnej siły naciągu pasa (tj. promieniowego obciążenia łożyska) określonej w odpowiednich katalogach produktów.



OSTRZEŻENIE

Nadmierne naprężenie pasa może uszkodzić łożyska i spowodować uszkodzenie wału.

4.8 Silniki z otworami drenażowymi

Należy sprawdzić, czy otwory i korki spustowe są skierowane w dół. W silnikach montowanych pionowo korki spustowe mogą być ustawione poziomo.

Silniki z korkami spustowymi z tworzywa sztucznego są dostarczane z niezaślepienymi otworami. W środowisku o dużym zapyleniu wszystkie otwory spustowe powinny zostać zamknięte.

4.9 Okablowanie i połączenia elektryczne

Skrzynka zaciskowa standardowych silników jednobiegowych zawiera sześć zacisków głównych (wyprowadzenia końców uzwojeń) i co najmniej jeden zacisk uziemiający.

Poza wyprowadzeniami uzwojenia oraz zaciskami uziemiającymi w skrzynce zaciskowej mogą również znajdować się podłączenia termistorów, elementów grzewczych lub innego wyposażenia dodatkowego.

Do podłączenia kabli głównych (zasilania) należy zastosować odpowiednie końcówki kablowe. Kable wyposażenia dodatkowego mogą być podłączone bezpośrednio do bloków zacisków.

Silniki są przeznaczone wyłącznie do instalowania na stałe. Jeśli nie określono inaczej, standardowo przepusty kablowe wyposażone są w gwinty metryczne. Stopień ochrony dławików kablowych musi być co najmniej taki sam, jak stopień ochrony skrzynek zaciskowych.

Podczas instalacji należy użyć certyfikowanego przewodu lub złącza kablowego.



Kable należy zabezpieczyć mechanicznie i umocować w pobliżu skrzynki zaciskowej w celu spełnienia obowiązujących wymogów normy IEC/EN 60079-0 i lokalnych standardów instalacji.

Nie używane wloty kabli należy zabezpieczyć zaślepkami o stopniu ochrony IP zgodnym ze stopniem ochrony skrzynki zaciskowej.

Stopień ochrony oraz średnice kabli określa dokumentacja techniczna dławnic kablowych.



OSTRZEŻENIE

Należy stosować dławiki kablowe i uszczelnienia wejść kablowych odpowiednie typu i średnicy kabla.

Przed doprowadzeniem napięcia do silnika należy go uziemić zgodnie z lokalnymi przepisami.

Zacisk uziemienia na obudowie należy podłączyć do ochronnego przewodu uziemiającego (PE) przewodem zgodnie z informacjami zawartymi w Tabeli 5 normy IEC/EN 60034-1:

Tabela 4.1: Minimalne pole przekroju poprzecznego przewodów ochronnych

Pole przekroju poprzecznego przewodów fazowych instalacji, S [mm²]	Minimalne pole przekroju poprzecznego odpowiadającego ochronnego przewodu uziemiającego, S, [mm²]
4	4
6	6
10	10
16	16
25	25
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Dodatkowo uziemienie lub połączenie masy na zewnątrz urządzenia elektrycznego musi zapewniać efektywne połączenie przewodnika z polem przekroju poprzecznego równym co najmniej 4 mm².

Połączenie kablowe między siecią zasilającą a zaciskami silnika musi spełniać wymogi przedstawione w krajowych normach dotyczących instalacji lub w normie IEC/EN 60204-1, zgodnie ze znamionowym natężeniem prądu podanym na tabliczce znamionowej.

i

Gdy temperatura otoczenia przekracza +50°C, należy użyć kabli o dopuszczalnej temperaturze pracy nie mniejszej niż +90°C. Podczas doboru okablowania należy również uwzględnić wszystkie współczynniki konwersji zależnie od warunków instalacji.

Należy upewnić się, że zabezpieczenie silnika odpowiada warunkom otoczenia i środowiskowym. Na przykład należy upewnić się, że do wnętrza silnika lub skrzynki zaciskowych nie może przedostać się woda.

Aby zapewnić odpowiedni stopień ochrony, uszczelki skrzynki zaciskowych muszą być prawidłowo umieszczone w szczelinach. Nieszczelność może doprowadzić do przedostania się pyłu lub wody, stwarzając zagrożenie powstania łuku elektrycznego pomiędzy elementami pod napięciem.

4.9.1 Sposoby podłączenia silnika przy różnych metodach rozruchu

Skrzynka zaciskowa standardowych silników jednobiegowych zawiera sześć zacisków głównych (wyprowadzenia końców uzwojeń) i co najmniej jeden zacisk uziemiający. Pozwala to na rozruch bezpośredni lub z przełączeniem gwiazda-trójkąt.

W silnikach dwubiegowych i specjalnych podłączenie zasilania należy wykonać zgodnie z instrukcjami znajdującymi się wewnątrz skrzynki zaciskowej lub w podręczniku silnika.

Napięcie i typ połączenia są wybite na tabliczce znamionowej.

Rozruch bezpośredni (direct-on-line, DOL):

Można używać podłączenia typu gwiazda lub trójkąt.

Na przykład 690 VY, 400 VD oznacza połączenie Y (gwiazda) dla 690 V i połączenie D (trójkąt) dla 400 V.

Rozruch z przełączeniem gwiazda-trójkąt (Y/D):

W przypadku podłączenia w układzie trójkąta (D) napięcie zasilające musi być równe napięciu znamionowemu silnika.

Z bloku zacisków należy usunąć wszystkie łączniki.

Inne metody rozruchu oraz trudne warunki rozruchu:

Gdy silnik jest uruchamiany inną metodą (np. z przemiennikiem lub układem łagodnego rozruchu) w trybie S1 lub S2 urządzenie jest uznawane za „odizolowane od zasilania podczas pracy maszyny elektrycznej” zgodnie z normą IEC 60079-0, a zabezpieczenie termiczne jest opcjonalne.

4.9.2 Podłączanie osprzętu dodatkowego

Jeśli silnik jest wyposażony w termistory lub inne rezystancyjne czujniki temperatury (Pt100, przekaźniki termiczne itd.) oraz urządzenia dodatkowe, zaleca się ich właściwe podłączenie i użycie podczas pracy silnika. W niektórych zastosowaniach należy obowiązkowo użyć zabezpieczenia termicznego. Więcej szczegółowych informacji można znaleźć w dokumentach dostarczonych razem z silnikiem. Schematy połączeniowe osprzętu dodatkowego oraz złączki znajdują się wewnątrz skrzynki zaciskowej.

Maksymalne napięcie pomiarowe termistorów wynosi 2,5 V. Maksymalny prąd pomiarowy czujników Pt100 wynosi 5 mA. Użycie wyższego napięcia lub prądu pomiarowego może spowodować błędy w odczytach lub uszkodzenie czujnika.

Izolacja czujników temperatury spełnia podstawowe wymagania izolacji.

4.10 Zaciski a kierunek obrotów

Kierunek obrotów wału jest zgodny z kierunkiem ruchu wskazówek zegara, patrząc od strony napędowej silnika, gdy sekwencja faz zasilania L1, L2, L3 jest podłączona do zacisków w sposób przedstawiony na rys. 3.

Aby zmienić kierunek obrotów, należy zamienić miejscami dowolne dwa kable zasilające.

Jeżeli silnik jest wyposażony w wentylator jednokierunkowy, należy upewnić się, że obraca się on w kierunku wskazanym strzałkami umieszczonymi na silniku.

5 Obsługa

5.1 Informacje ogólne

Jeśli tabliczka znamionowa nie wskazuje inaczej, silniki zaprojektowano do pracy w warunkach jak niżej:

- Silniki są przeznaczone wyłącznie do instalowania na stałe.
- Typowy zakres temperatury otoczenia wynosi od -20 do +40°C.
- Maksymalna wysokość nad poziomem morza wynosi 1000 m.
- Odchyłka napięcia zasilania i częstotliwości nie może przekroczyć wartości granicznych podanych w obowiązujących normach. Zgodnie z rys. 4, tolerancja napięcia zasilania wynosi $\pm 5\%$, a częstotliwości $\pm 2\%$ (norma EN/IEC 60034-1, akapit 7.3, strefa A). Obie skrajne wartości nie powinny występować jednocześnie.

Silnik może być używany tylko zgodnie z przeznaczeniem. Parametry znamionowe i dopuszczalne warunki pracy znajdują się na tabliczce znamionowej silnika. Dodatkowo spełnione muszą być wszystkie wymagania niniejszej oraz powiązanych instrukcji i norm.

Jeśli powyższe ograniczenia zostaną przekroczone, należy sprawdzić dane silnika oraz dane konstrukcyjne. Szersze informacje można uzyskać w firmie ABB.



OSTRZEŻENIE

Zignorowanie jakiegokolwiek instrukcji lub czynności konserwacyjnej może stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa i przez to uniemożliwić użycie urządzenia w atmosferach wybuchowych.

6 Silniki niskonapięciowe w trybie pracy ze zmienną prędkością obrotową

6.1 Wprowadzenie

Niniejsza część podręcznika zawiera dodatkowe instrukcje dotyczące silników zasilanych przy użyciu przemiennika częstotliwości. Silnik jest przystosowany do pracy w układzie jeden przemiennik częstotliwości — jeden silnik. Niedozwolona jest praca w układzie jeden przemiennik — wiele silników zasilanych równolegle. Należy stosować się do instrukcji podanych przez producenta przemiennika.

Firma ABB może wymagać dodatkowych informacji na potrzeby sprawdzenia prawidłowości doboru silników elektrycznych do szczególnych wymagań projektowych lub specjalistycznych zastosowań.

6.2 Izolacja uzwojeń

Napędy o zmiennej prędkości powodują wyższe obciążenia napięciem niż zasilanie uzwojenia silnika o przebiegu sinusoidalnym. Z tego powodu izolacja uzwojenia silnika oraz filtra wyjściowego przemiennika powinny zostać dobrane z uwzględnieniem poniższych instrukcji.

6.2.1 Dobór izolacji uzwojenia do przemienników firmy ABB

W przypadku pojedynczych napędów ABB, np. serii AC_8_ _ oraz AC_5_ _ z zasilaczem diodowym (niekontrolowane napięcie prądu stałego), izolację

uzwojenia i filtrów można wybrać na podstawie tabeli 6.1.

6.2.2 Dobór izolacji uzwojenia do pozostałych przemienników

Obciążenie napięciem należy ograniczyć do poziomu niższego niż graniczny. Aby zapewnić bezpieczeństwo w ramach danego zastosowania, prosimy skontaktować się z dostawcą systemu. Podczas dobierania wielkości silnika należy uwzględnić wpływ ewentualnych filtrów.

6.3 Zabezpieczenie termiczne

Większość silników, których dotyczy niniejsza instrukcja, jest wyposażona w termistory PTC lub urządzenia RTD innego typu w uzwojeniach stojana. Zaleca się podłączenie ich do przemiennika częstotliwości. Więcej informacji zamieszczono w części 4.9.2.

6.4 Prądy łożyskowe

Należy stosować łożyska izolowane lub izolowane komory łożyskowe, filtry przeciwzakłóceń, odpowiednie okablowanie i uziemienie — patrz poniższe wskazówki i informacje zamieszczone w tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Dobór izolacji uzwojenia do przemienników firmy ABB

	$P_N < 100 \text{ kW}$	$P_N \geq 100 \text{ kW}$ lub IEC315 $\leq$ Wznios wałtu $\leq$ IEC355	$P_N \geq 350 \text{ kW}$ lub IEC400 $\leq$ Wznios wałtu $\leq$ IEC450
$U_N \leq 500 \text{ V}$	Standardowy silnik	Standardowy silnik + Izolowane łożysko N	Standardowy silnik + Izolowane łożysko N + Filtr przeciwzakłóceń
$500 \text{ V} > U_N \leq 600 \text{ V}$	Standardowy silnik + dU/dt – filtr (dławnik) LUB Izolacja wzmocniona	Standardowy silnik + dU/dt – filtr (dławnik) + Izolowane łożysko N LUB Izolacja wzmocniona + Izolowane łożysko N	Standardowy silnik + Izolowane łożysko N + dU/dt – filtr (dławnik) + Filtr przeciwzakłóceń LUB Izolacja wzmocniona + Izolowane łożysko N + Filtr przeciwzakłóceń
$500 \text{ V} > U_N \leq 600 \text{ V}$ (długość kabla $> 150 \text{ m}$)	Standardowy silnik	Standardowy silnik + Izolowane łożysko N	Standardowy silnik + Izolowane łożysko N + Filtr przeciwzakłóceń
$600 \text{ V} > U_N \leq 690 \text{ V}$	Izolacja wzmocniona + dU/dt – filtr (dławnik)	Izolacja wzmocniona + dU/dt – filtr (dławnik) + Izolowane łożysko N	Izolacja wzmocniona + Izolowane łożysko N + dU/dt – filtr (dławnik) + Filtr przeciwzakłóceń
$600 \text{ V} > U_N \leq 690 \text{ V}$ (długość kabla $> 150 \text{ m}$)	Izolacja wzmocniona	Izolacja wzmocniona + Izolowane łożysko N	Izolacja wzmocniona + Izolowane łożysko N + Filtr przeciwzakłóceń

6.4.1 Eliminowanie prądów łożyskowych w przypadku przemienników firmy ABB

Aby uniknąć szkodliwych prądów łożyskowych w silnikach, w przypadku przemienników częstotliwości firmy ABB, np. serii AC_8_ _ i AC_5_ _ z zasilaczem diodowym należy zastosować się do informacji podanych w tabeli 6.1.

i

Zalecane są łożyska izolowane, które mają otwory wewnętrzne i/lub zewnętrzne pokryte tlenkiem glinu lub ceramiczne elementy toczne. Powłoki z tlenku glinu powinny być również zabezpieczone środkiem uszczelniającym, aby zapobiec wnikanii brudu i wilgoci do porowatej powłoki. Dokładny typ izolacji łożyska podany jest na tabliczce znamionowej silnika. Zabrania się zmiany typu łożyska lub metody izolacji bez zgody firmy ABB.

6.4.2 Eliminowanie prądów łożyskowych w przypadku innych przemienników

Użytkownik odpowiada za zabezpieczenie silnika i napędzanych przez niego urządzeń przed szkodliwymi prądami łożyskowymi. Instrukcje opisane w części 6.4.1 mogą być stosowane jako wytyczne, ale nie można zagwarantować ich skuteczności we wszystkich przypadkach.

6.5 Okablowanie, uziemienie oraz kompatybilność elektromagnetyczna

Aby zapewnić prawidłowe uziemienie i zgodność z wymogami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej, silniki o mocy powyżej 30 kW powinny być podłączone za pomocą ekranowanych kabli symetrycznych z zastosowaniem dławików kablowych EMC, tj. dławików zapewniających objęcie kabli w zakresie 360°.

Kable symetryczne i ekranowane kable są zalecane również w przypadku mniejszych silników. Uziemienie z pełnym objęciem w zakresie 360° należy wykonać na wszystkich wejściach kablowych tak, jak opisano w instrukcjach dotyczących dławików kablowych. Należy skrócić ekrany kabli w wiązkę i podłączyć do najbliższego zacisku lub szyny uziemienia wewnątrz skrzynki zaciskowej, szafki przemiennika itp.

i

Odpowiednie dławiki kablowe zapewniające pełne objęcie kabla (w zakresie 360°) należy zastosować na wszystkich punktach zaciskowych, tj. na silniku, przemienniku, ewentualnym przełączniku zabezpieczającym itp.

W przypadku silników o wzniosie wału IEC 280 i większym wymagane jest dodatkowe wyrównanie potencjałów między korpusem silnika a urządzeniem napędzanym, chyba że oba te elementy są zamontowane na wspólnej podstawie stalowej. W takim przypadku konieczne jest sprawdzenie przewodzenia wysokich częstotliwości przez podstawę stalową (np. przez zmierzenie różnicy potencjałów między podzespołami).

Więcej informacji o uziemianiu i okablowaniu napędów o zmiennej prędkości można znaleźć w podręczniku „Uziemienie i okablowanie układu napędowego” (kod: 3AFY 61201998).

6.6 Prędkość robocza

W przypadku prędkości obrotowych wyższych niż prędkość znamionowa podana na tabliczce znamionowej silnika lub w odpowiednim katalogu produktów należy sprawdzić, czy nie została przekroczona najwyższa dopuszczalna prędkość obrotowa silnika lub prędkość krytyczna całego zespołu.

6.7 Silniki z przemiennikiem częstotliwości

6.7.1 Informacje ogólne

W przypadku przemienników częstotliwości firmy ABB wielkości silników można określić za pomocą programu ABB DriveSize. Narzędzie to można pobrać ze strony internetowej firmy ABB (www.abb.com/motors&generators).

W przypadku urządzeń zasilanych przez inne przemienniki, wielkość silników należy określić samodzielnie. Aby uzyskać więcej informacji, prosimy skontaktować się z firmą ABB.

Krzywe obciążalności (lub krzywe obciążenia) bazują na nominalnym napięciu zasilania. Praca w warunkach zbyt niskiego lub zbyt wysokiego napięcia może mieć wpływ na wydajność w danym zastosowaniu.

6.7.2 Obciążalność silnika z przemiennikami serii AC_8_ ze sterowaniem DTC

Krzywe obciążalności podane na rysunkach 5a–5d odnoszą się do przemienników ABB serii AC_8_ bez kontrolowanego napięcia DC i ze sterowaniem DTC. Rysunki przedstawiają maksymalny dozwolony ciągły wyjściowy moment obrotowy silników w funkcji częstotliwości zasilania. Moment obrotowy na wale silnika jest podawany jako procent wartości nominalnej momentu obrotowego silnika. Wartości podano w przybliżeniu — dokładne wartości zostaną podane na życzenie.



Nie wolno przekraczać maksymalnej prędkości silnika i odnoszącej się do całego zastosowania!

6.7.3 Obciążalność silnika z przemiennikami serii AC_5_

Krzywe obciążalności podane na rysunkach 6a–6d odnoszą się do przemienników ABB serii AC_5_-. Rysunki przedstawiają maksymalny dozwolony ciągły wyjściowy moment obrotowy silników w funkcji częstotliwości zasilania. Moment obrotowy na wale silnika jest podawany jako procentowa część wartości nominalnej momentu obrotowego silnika. Wartości podano w przybliżeniu — dokładne wartości zostaną podane na życzenie.



Nie wolno przekraczać maksymalnej prędkości silnika i odnoszącej się do całego zastosowania!

6.7.4 Obciążalność silnika z innymi przemiennikami źródła napięcia typu PWM

W przypadku innych przemienników z niekontrolowanym napięciem DC i minimalną częstotliwością przełączania wynoszącą 3 kHz (200–500 V) wskazówki dotyczące wymiarowania podane w części 6.7.3 mogą być stosowane jako wytyczne. Należy jednak zwrócić uwagę, że rzeczywista obciążalność termiczna może również być niższa. Prosimy skontaktować się z producentem przetwornicy lub dostawcą systemu.



Rzeczywista obciążalność cieplna silnika może być niższa niż wynika to z krzywych orientacyjnych.

6.7.5 Krótkotrwałe przeciążenia

Silniki firmy ABB mogą być zazwyczaj tymczasowo przeciążane oraz pracować w sposób przerywany. Najwygodniejszą metodą ich doboru do takich zastosowań jest użycie narzędzia DriveSize.

6.8 Tabliczki znamionowe

Zastosowanie silników ABB ze zmienną prędkością nie wymaga zazwyczaj zastosowania dodatkowych tabliczek znamionowych. Parametry wymagane do uruchomienia przemiennika można znaleźć na głównej tabliczce znamionowej. W niektórych szczególnych zastosowaniach silniki mogą zostać wyposażone w dodatkowe tabliczki znamionowe odnoszące się do pracy ze zmienną prędkością.

Zawierają one następujące informacje:

- zakres prędkości
- zakres mocy
- zakres napięcia i natężenia prądu
- typ momentu (stałe lub kwadratowe)
- typ przemiennika i minimalna częstotliwość przełączania.

6.9 Pierwsze uruchomienie silnika z przemiennikiem częstotliwości

Pierwszy rozruch silnika z przemiennikiem częstotliwości musi być przeprowadzany zgodnie z instrukcjami dotyczącymi przemienników częstotliwości oraz z obowiązującymi przepisami i wymogami. Należy także uwzględnić wymagania oraz ograniczenia wynikające z danego zastosowania.

Wszystkie parametry wymagane do skonfigurowania przemiennika można znaleźć na tabliczce znamionowej silnika. Najczęściej wymagane są następujące parametry:

- nominalne napięcie
- nominalne natężenie prądu
- nominalna częstotliwość
- nominalna prędkość
- nominalna moc



W przypadku brakujących lub niedokładnych informacji silnik należy uruchomić dopiero po potwierdzeniu prawidłowości ustawień.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa systemu firma ABB zaleca stosowanie wszystkich środków zapobiegawczych zapewnianych przez przemiennik częstotliwości. Przemienniki zwykle zapewniają następujące funkcje (w zależności od producenta i modelu przemiennika):

- prędkość minimalna
- prędkość maksymalna
- czas przyspieszania i hamowania
- prąd maksymalny
- maksymalny moment obrotowy
- zabezpieczenie przed utykami

7 Konserwacja



OSTRZEŻENIE

Podczas postoju urządzenia skrzynka zaciskowa może być pod napięciem w celu zapewnienia zasilania elementów grzejnych lub bezpośredniego ogrzewania uzwojeń.

7.1 Przegląd ogólny

1. Silnik należy poddawać regularnym przeglądom, nie rzadziej niż raz w roku. Częstotliwość przeglądów zależy, na przykład, od wilgotności powietrza w otoczeniu oraz od lokalnych warunków pogodowych. Okresy przeglądów mogą zostać ustalone eksperymentalnie w początkowej fazie eksploatacji, następnie należy ściśle przestrzegać tak ustalonych okresów.
2. Silnik należy utrzymywać w czystości i zapewnić swobodny przepływ powietrza chłodzącego. Jeżeli silnik jest używany w zapyłonym środowisku, system wentylacji musi być regularnie sprawdzany i czyszczony.
3. Należy sprawdzać stan uszczelnień wału (na przykład pierścienia uszczelniającego typu V lub zwykłego pierścienia uszczelniającego) i w razie potrzeby je wymieniać.
4. Należy sprawdzać stan połączeń, elementów złącznych i śrub mocujących.
5. Do zakresu przeglądu ogólnego należy sprawdzenie stanu łożysk przez nasłuchiwanie pod kątem niestandardowych odgłosów, pomiar drgań, pomiar temperatury łożysk, sprawdzenie zużycia smaru i monitorowanie łożysk metodą SPM. Szczególną uwagę należy poświęcić łożyskom pod koniec obliczonego okresu ich żywotności.

Gdy zauważone zostaną ślady zużycia, należy rozmontować silnik, skontrolować podzespoły i w razie potrzeby je wymienić. Gdy łożyska są wymieniane, nowe łożyska muszą być tego samego typu, jak zamontowane pierwotnie. Podczas wymiany łożysk uszczelnienia wału muszą być wymienione na uszczelnienia tej samej jakości i o takiej samej charakterystyce, jak oryginalne.

W przypadku silników o stopniu ochrony IP55 oraz wówczas, gdy silniki zostały dostarczone z korkami umieszczonymi w otworach, zaleca się okresowe ich

otwarcie celem umożliwienia odpływu skroplin, które mogły nagromadzić się w silniku. Czynności te mogą być wykonywane tylko podczas postoju silnika, po upewnieniu się, że silnik został właściwie zabezpieczony..

7.1.1 Silniki w trybie gotowości

Gdy silnik nie jest używany i pozostaje przez dłuższy okres w gotowości na statku lub w środowisku, w którym występują wibracje, należy podjąć następujące działania:

1. Wał należy obracać regularnie co 2 tygodnie (należy to rejestrować), przeprowadzając rozruch układu. Jeżeli z jakiegokolwiek przyczyny nie można przeprowadzić rozruchu, wał należy obracać ręcznie i przestawiać go w inne położenie co najmniej raz w tygodniu. Efektem drgań wywoływanych przez inne urządzenia znajdujące się na statku jest uszkodzenie bieżni łożyska, które można zminimalizować poprzez regularne uruchamianie silnika lub ręczne obracanie wału.
2. Łożyska muszą być co roku przesmarowane (należy przy tym obracać wałem), a fakt ten musi zostać odnotowany. Jeśli silnik jest wyposażony w łożyska wałeczkowe po stronie napędowej, przed obracaniem wału należy zdjąć blokadę transportową. Należy ponownie zamontować tę blokadę na czas transportu.
3. Należy unikać wszelkich drgań, aby w ten sposób zapobiegać uszkodzeniom łożysk. Należy też przestrzegać wszystkich instrukcji zawartych w podręczniku użytkownika zarówno w odniesieniu do uruchamiania silnika, jak i jego konserwacji. Gwarancja nie obejmuje uszkodzeń uzwojeń ani łożysk, jeśli te instrukcje nie były ściśle przestrzegane.

7.2 Smarowanie



Należy zwrócić szczególną uwagę na elementy wirujące!

OSTRZEŻENIE



Smar może powodować podrażnienia skóry i zapalenie oczu. Należy przestrzegać środków ostrożności określonych przez producenta smaru.

OSTRZEŻENIE

Typy łożysk określono w odpowiednich katalogach produktów oraz na tabliczkach znamionowych wszystkich silników (z wyjątkiem silników z małym wzniosem wału).

Niezawodność to kwestia podstawowa w przypadku okresowego smarowania łożysk. W odniesieniu do silników ABB przede wszystkim ma zastosowanie zasada L1 (oznacza to, że 99% silników na pewno osiągnie swój okres eksploatacji).

7.2.1 Silniki z trwale nasmarowanymi łożyskami
Łożyska nasmarowane na cały okres eksploatacji są zwykle łożyskami typu 1Z, 2Z, 2RS lub podobnego.

Za właściwe okresy przesmarowywania łożysk dla silników o wzniosach do 250 można przyjąć poniższe, zgodnie z zasadą L_1 . Wartości dla pracy w wyższych temperaturach otoczenia można uzyskać, kontaktując się z ABB. Wzór pozwalający na przybliżone przeliczenie wartości L_1 na wartości L_{10} : $L_{10} = 2,0 \times L_1$.

Czasy pracy trwale nasmarowanych łożysk przy temperaturze otoczenia od 25 do 40°C:

Tabela 7.1

Wznios wału	Przewody	Czas pracy przy 25°C	Czas pracy przy 40°C
56	2	52 000	33 000
56	4-8	65 000	41 000
63	2	49 000	31 000
63	4-8	63 000	40 000
71	2	67 000	42 000
71	4-8	100 000	56 000
80-90	2	100 000	65 000
80-90	4-8	100 000	96 000
100-112	2	89 000	56 000
100-112	4-8	100 000	89 000
132	2	67 000	42 000
132	4-8	100 000	77 000
160	2	60 000	38 000
160	4-8	100 000	74 000
180	2	55 000	34 000
180	4-8	100 000	70 000
200	2	41 000	25 000
200	4-8	95 000	60 000
225	2	36 000	23 000
225	4-8	88 000	56 000
250	2	31 000	20 000
250	4-8	80 000	50 000

Dane dotyczą częstotliwości do 60 Hz.

7.2.2 Silniki z łożyskami przeznaczonymi do smarowania

Tabliczka z informacjami dotyczącymi smarowania i ogólna instrukcja dotycząca smarowania

Jeśli silnik jest wyposażony w tabliczkę z informacjami dotyczącymi smarowania, należy stosować się do podanych na niej wartości.

Na tabliczce z informacjami dotyczącymi smarowania podane są okresy smarowania zależne od sposobu montażu, temperatury otoczenia oraz prędkości obrotowej.

Przy pierwszym uruchomieniu silnika lub po przesmarowaniu łożyska może nastąpić czasowy wzrost temperatury przez 10 do 20 godzin.

Niektóre silniki mogą być wyposażone w zbiornik przepracowanego smaru. Należy postępować zgodnie z instrukcjami przekazanymi wraz z wyposażeniem.

A. Smarowanie ręczne

Smarowanie podczas pracy silnika

- Zdjąć korek spustowy smaru lub otworzyć zawór zamykający, jeśli został zainstalowany.
- Upewnić się, że kanał smarowania jest otwarty.
- Wprowadzić określoną ilość smaru do łożyska.
- Pozwolić silnikowi popracować przez 1–2 godz., aby upewnić się, że cały nadmiarowy smar zostanie wypchnięty z łożyska. Założyć korek spustowy smaru lub zamknąć zawór zamykający, jeśli został zainstalowany.

Smarowanie podczas przestoju silnika

Jeżeli niemożliwe jest przesmarowanie łożysk w trakcie pracy silnika, smarowanie może zostać przeprowadzone, gdy silnik nie pracuje.

- W takim przypadku należy użyć jedynie połowy ilości smaru i następnie na kilka minut uruchomić silnik z pełną prędkością.
- Po zatrzymaniu silnika należy wprowadzić do łożysk pozostałą część określonej ilości smaru.
- Po 1–2 godz. pracy należy założyć korek spustowy smaru lub zamknąć zawór zamykający, jeśli został zainstalowany.

A. Smarowanie automatyczne

W przypadku używania automatycznego systemu smarowania korek spustowy smaru musi być na stałe wyjęty lub zawór zamykający, jeśli jest zainstalowany, musi być stałe otwarty.

Firma ABB zaleca używanie wyłącznie systemów elektromechanicznych.

Jeśli używany jest system centralnego smarowania, podaną w tabeli ilość smaru na okres smarowania należy przemnożyć przez trzy. Gdy używa się mniejszej jednostki smarowania automatycznego (jeden lub dwa zasobniki na silnik), można użyć normalnej ilości smaru.

W przypadku automatycznego smarowania silników 2-biegunowych należy postępować zgodnie z zaleceniami dotyczącymi smarowania silników 2-biegunowych zamieszczonymi w rozdziale „Smary”.

Stosowany smar powinien być przeznaczony do automatycznego smarowania. Należy przestrzegać zaleceń podanych przez dostawcę systemu automatycznego smarowania i producenta smaru.

Przykładowe obliczenie ilości smaru do systemu automatycznego smarowania

System centralnego smarowania: Silnik IEC M3_P 315_4-biegunowy, zasilany z sieci napięciem o częstotliwości 50 Hz, okresy przesmarowania zgodnie z poniższą tabelą wynoszą 7600 h/55 g (DE) i 7600 h/40 g (NDE):

(DE) RLI = $55 \text{ g}/7600 \text{ h} \cdot 3 \cdot 24 = 0,52 \text{ g/dzień}$

(NDE) RLI = $40 \text{ g}/7600 \text{ h} \cdot 3 \cdot 24 = 0,38 \text{ g/dzień}$

Przykładowe obliczenie ilości smaru do pojedynczej jednostki automatycznego smarowania (zasobnika)

(DE) RLI = $55 \text{ g}/7600 \text{ h} \cdot 24 = 0,17 \text{ g/dzień}$

(NDE) RLI = $40 \text{ g}/7600 \text{ h} \cdot 24 = 0,13 \text{ g/dzień}$

RLI = okres przesmarowania, DE = strona napędowa, NDE = strona przeciwnapędowa

7.2.3 Okresy smarowania i ilości smaru

Okresy smarowania silników pracujących w pozycji pionowej są o połowę krótsze od podanych w poniższej tabeli.

Za prawidłowe okresy przesmarowywania łożysk silników można przyjąć poniższe, zgodnie z zasadą L_{10} . Wartości dotyczące pracy w wyższych temperaturach otoczenia można uzyskać, kontaktując się z firmą ABB. Wzór pozwalający na przybliżone przeliczenie wartości L_{10} na wartości L_{10} : $L_{10} = 2,0 \times L_{10}$, w przypadku smarowania ręcznego.

Okresy smarowania dotyczą temperatury pracy łożyska 80°C (temperatura otoczenia +25°C).

i

Wzrost temperatury otoczenia powoduje odpowiednio wzrost temperatury łożysk. Wartości powinny zostać zmniejszone o połowę przy wzroście temperatury o 15°C, natomiast mogą być podwojone przy spadku temperatury o 15°C.

W przypadku pracy z prędkością większą niż nominalna, np. w zastosowaniach wykorzystujących przemiennik częstotliwości, lub z mniejszą prędkością lecz przy większym obciążeniu, wymagane będą krótsze okresy smarowania.



OSTRZEŻENIE

Nie wolno przekroczyć maksymalnej temperatury pracy smaru i łożysk wynoszącej +110 °C. Nie wolno przekraczać maksymalnej, zaprojektowanej prędkości silnika.

Tabela 7.2

Wznios wału	Ilość smaru g/łożysko	kW	3600 obr./min	3000 obr./min	kW	1800 obr./min	1500 obr./min	kW	1000 obr./min	kW	500-900 obr./min
Łożyska kulkowe, okresy smarowania (w godzinach pracy)											
112	10	wszystkie	10 000	13 000	wszystkie	18 000	21 000	wszystkie	25 000	wszystkie	28 000
132	15	wszystkie	9000	11 000	wszystkie	17 000	19 000	wszystkie	23 000	wszystkie	26 500
160	25	≤ 18,5	9000	12 000	≤ 15	18 000	21 500	≤ 11	24 000	wszystkie	24 000
160	25	> 18,5	7500	10 000	> 15	15 000	18 000	> 11	22 500	wszystkie	24 000
180	30	≤ 22	7000	9000	≤ 22	15 500	18 500	≤ 15	24 000	wszystkie	24 000
180	30	> 22	6000	8500	> 22	14 000	17 000	> 15	21 000	wszystkie	24 000
200	40	≤ 37	5500	8000	≤ 30	14 500	17 500	≤ 22	23 000	wszystkie	24 000
200	40	> 37	3000	5500	> 30	10 000	12 000	> 22	16 000	wszystkie	20 000
225	50	≤ 45	4000	6500	≤ 45	13 000	16 500	≤ 30	22 000	wszystkie	24 000
225	50	> 45	1500	2500	> 45	5000	6000	> 30	8000	wszystkie	10 000
250	60	≤ 55	2500	4000	≤ 55	9000	11 500	≤ 37	15 000	wszystkie	18 000
250	60	> 55	1000	1500	> 55	3500	4500	> 37	6000	wszystkie	7000
280¹⁾	60	wszystkie	2 000	3500	–	–	–	–	–	–	–
280¹⁾	60	–	–	–	wszystkie	8000	10 500	wszystkie	14 000	wszystkie	17 000
280	35	wszystkie	1900	3200	–	–	–	–	–	–	–
280	40	–	–	–	wszystkie	7 800	9 600	wszystkie	13 900	wszystkie	15 000
315	35	wszystkie	1900	3200	–	–	–	–	–	–	–
315	55	–	–	–	wszystkie	5 900	7 600	wszystkie	11 800	wszystkie	12 900
355	35	wszystkie	1900	3200	–	–	–	–	–	–	–
355	70	–	–	–	wszystkie	4000	5 600	wszystkie	9 600	wszystkie	10 700
400	40	wszystkie	1500	2700	–	–	–	–	–	–	–
400	85	–	–	–	wszystkie	3200	4700	wszystkie	8600	wszystkie	9700
450	40	wszystkie	1500	2700	–	–	–	–	–	–	–
450	95	–	–	–	wszystkie	2500	3900	wszystkie	7700	wszystkie	8700
5008	40	wszystkie	3000	5300	–	–	–	–	–	–	–
5008	85	–	–	–	wszystkie	6400	9500	wszystkie	17 200	wszystkie	19 400
5010	40	wszystkie	1300	2400	–	–	–	–	–	–	–
5010	85	–	–	–	wszystkie	4900	7200	wszystkie	13 200	wszystkie	14 800
5012	85	–	–	–	wszystkie	2700	3900	wszystkie	7100	wszystkie	8000

Wznios wału	Ilość smaru g/łożysko	kW	3600 obr./min	3000 obr./min	kW	1800 obr./min	1500 obr./min	kW	1000 obr./min	kW	500-900 obr./min
Łożyska wałeczkowe, okresy smarowania (w godzinach pracy)											
160	25	≤ 18,5	4500	6000	≤ 15	9000	10 500	≤ 11	12 000	wszystkie 12 000	
160	25	> 18,5	3500	5000	> 15	7500	9000	> 11	11 000	wszystkie 12 000	
180	30	≤ 22	3500	4500	≤ 22	7500	9000	≤ 15	12 000	wszystkie 12 000	
180	30	> 22	3000	4000	> 22	7000	8500	> 15	10 500	wszystkie 12 000	
200	40	≤ 37	2 750	4000	≤ 30	7000	8500	≤ 22	11 500	wszystkie 12 000	
200	40	> 37	1500	2500	> 30	5000	6000	> 22	8000	wszystkie 10 000	
225	50	≤ 45	2 000	3000	≤ 45	6500	8000	≤ 30	11 000	wszystkie 12 000	
225	50	> 45	750	1 250	> 45	2500	3000	> 30	4000	wszystkie 5000	
250	60	≤ 55	1000	2 000	≤ 55	4500	5500	≤ 37	7500	wszystkie 9000	
250	60	> 55	500	750	> 55	1500	2 000	> 37	3000	wszystkie 3500	
280 ¹⁾	60	wszystkie	1000	1 750	–	–	–	–	–	–	
280 ¹⁾	70	–	–	–	wszystkie	4000	5 250	wszystkie	7000	wszystkie 8500	
280	35	wszystkie	900	1 600	–	–	–	–	–	–	
280	40	–	–	–	wszystkie	4000	5300	wszystkie	7000	wszystkie 8500	
315	35	wszystkie	900	1 600	–	–	–	–	–	–	
315	55	–	–	–	wszystkie	2 900	3 800	wszystkie	5 900	wszystkie 6500	
355	35	wszystkie	900	1 600	–	–	–	–	–	–	
355	70	–	–	–	wszystkie	2 000	2800	wszystkie	4 800	wszystkie 5 400	
400	40	wszystkie	–	1300	–	–	–	–	–	–	
400	85	–	–	–	wszystkie	1 600	2400	wszystkie	4 300	wszystkie 4 800	
450	40	wszystkie	–	1300	–	–	–	–	–	–	
450	95	–	–	–	wszystkie	1300	2 000	wszystkie	3 800	wszystkie 4400	
5008	40	wszystkie	–	2700	–	–	–	–	–	–	
5008	85	–	–	–	wszystkie	3200	4700	wszystkie	8600	wszystkie 9700	
5010	40	wszystkie	–	1200	–	–	–	–	–	–	
5010	85	–	–	–	wszystkie	2500	3600	wszystkie	6600	wszystkie 7400	
5012	85	wszystkie	–	–	wszystkie	1300	1900	wszystkie	3500	wszystkie 4000	

¹⁾ M3AA**7.2.4 Smary****OSTRZEŻENIE**

Nie wolno mieszać smarów różnych rodzajów.
Nieodpowiednie smary mogą skutkować uszkodzeniem łożysk.

Do smarowania należy używać wyłącznie specjalnego smaru do łożysk kulkowych o następujących właściwościach:

- Wysokiej jakości smar z mydłem litowym i z olejem mineralnym lub olejem PAO
- Podstawowa lepkość oleju 100–160 cSt w temperaturze 40°C
- stopień konsystencji 1,5–3*) w skali NLGI
- Zakres temperatur przy pracy ciągłej od -30°C do +120°C.

*) W przypadku silników montowanych pionowo lub pracujących w wysokiej temperaturze zaleca się wybór smaru z końca zakresu odpowiadającego mniejszej lepkości.

Wspomniana powyżej specyfikacja smaru jest odpowiednia dla temperatury otoczenia wynoszącej powyżej -30°C lub poniżej +55°C i temperatury łożysk niższej niż 110°C. W przypadku warunków innych niż opisane należy skonsultować się z firmą ABB w celu doboru odpowiedniego smaru.

Smary o odpowiednich właściwościach są dostępne w ofercie wszystkich głównych producentów środków smarnych.

Zaleca się stosowanie domieszek, ale należy uzyskać pisemną gwarancję producenta smaru (zwłaszcza w przypadku domieszek EP), że domieszki nie spowodują uszkodzeń łożyska ani nie zmienią właściwości środków smarnych w zakresie temperatur pracy.

**OSTRZEŻENIE**

Ogólnie rzecz biorąc, smary zawierające domieszki EP nie są zalecane. Ponieważ w niektórych przypadkach mogą one powodować uszkodzenia łożysk, możliwości ich stosowania należy oceniać indywidualnie wraz z dostawcami środków smarnych.

Można używać następujących smarów o dużej wydajności:

- **Mobil Unirex N2 lub N3** (na bazie związków litu)
- **Mobil Mobilith SHC 100** (na bazie związków litu)
- **Shell Gadus S5 V 100 2** (na bazie związków litu)
- **Klüber Klüberplex BEM 41-132** (na specjalnej bazie litu)
- **FAG Arcanol TEMP110** (na bazie związków litu)
- **Lubcon Turmogrease L 802 EP PLUS** (na specjalnej bazie litu)
- **Total Multis Complex S2 A** (na bazie związków litu)

i

W silnikach 2-biegowych należy zawsze używać smaru odpowiedniego do pracy z wysoką prędkością obrotową. Ma to zastosowanie, gdy współczynnik prędkości jest większy niż 480 000 (obliczony jako $Dm \times n$, gdzie Dm = średnia wartość średnicy łożyska mm; n = prędkość obrotowa obr./min).

Poniższe smary mogą być używane w wysokoobrotowych silnikach żeliwnych, ale nie mogą być mieszane ze smarami na bazie związków litu:

- **Klüber Klüber Quiet BQH 72-102** (na bazie polimocznikowej)
- **Lubcon Turmogrease PU703** (na bazie polimocznikowej)

W razie stosowania innych smarów należy sprawdzić u producenta, czy ich jakość odpowiada wyżej wymienionym środkom smarnym. Okres smarowania jest wyznaczany na podstawie wymienionych wyżej smarów o dużej wydajności. Użycie innych smarów może spowodować skrócenie tego okresu.

8 Wsparcie posprzedażowe

8.1 Części zamienne

O ile nie podano inaczej, należy stosować oryginalne części zamienne lub części zatwierdzone przez firmę ABB.

Zamawiając części zamienne, należy podać numer seryjny silnika, pełne oznaczenie typu i kod produktu, zgodnie z informacjami podanymi na tabliczce znamionowej.

8.2 Demontaż, montaż i przewijanie

Przezwijanie silnika zawsze powinien wykonać autoryzowany serwis.

Zabrania się przewijania silników urządzeń oddymiających i innych specjalnych silników bez uprzedniego skontaktowania się z firmą ABB.

8.3 Łożyska

Szczególną uwagę należy zwrócić na łożyska.

Należy je demontować za pomocą ściągaczy, a zakładać przez podgrzewanie lub przy użyciu specjalnych narzędzi.

Wymiana łożysk została szczegółowo opisana w osobnej ulotce instruktażowej dostępnej w biurze sprzedaży firmy ABB.

Należy postępować zgodnie z wszystkimi wytycznymi zamieszczonymi na silniku (np. na naklejkach informacyjnych). Nie wolno zmieniać typów łożysk wskazanych na tabliczce znamionowej.

9 Wymagania dotyczące środowiska

Większość silników firmy ABB uzyskuje poziom ciśnienia akustycznego, który nie przekracza 82 dB(A) (± 3 dB) przy 50 Hz.

Wartości odpowiadające konkretnym silnikom można znaleźć w odpowiednich katalogach produktów. Przy zasilaniu sinusoidalnym o częstotliwości 60 Hz wartości będą o około 4 dB(A) wyższe w porównaniu z wartościami przy częstotliwości 50 Hz, które są przedstawione w katalogach.

Aby uzyskać informacje o ciśnieniu akustycznym występującym przy zasilaniu za pomocą przemiennika częstotliwości, należy skontaktować się z firmą ABB.

W zakresie utylizacji lub recyklingu silnika należy przestrzegać lokalnych regulacji prawnych i przepisów.

10 Rozwiązywanie problemów

Niniejsza instrukcja nie obejmuje wszystkich szczegółów ani odmian wyposażenia, jak również nie przewiduje wszystkich możliwych warunków, które należy spełnić podczas instalacji, eksploatacji lub konserwacji. Jeśli potrzebne są dodatkowe informacje, należy skontaktować się z najbliższym biurem sprzedaży firmy ABB.

Schemat rozwiązywania problemów związanych z silnikiem

Serwisowanie silnika oraz wszystkie czynności związane z rozwiązywaniem problemów powinny być wykonywane przez wykwalifikowany personel za pomocą odpowiednich narzędzi i urządzeń.

Tabela 10.1: Rozwiązywanie problemów

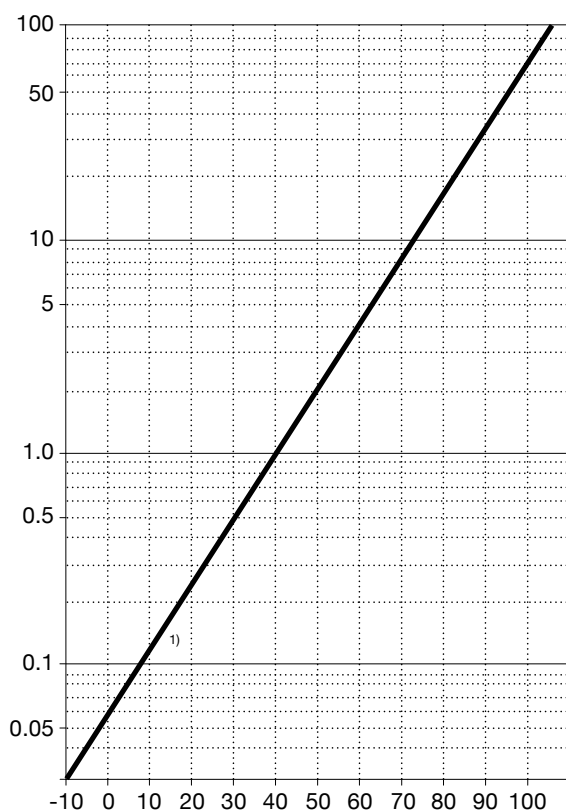
PROBLEM	PRZYCZYNA	ROZWIĄZANIE
Silnik nie uruchamia się	Przepalone bezpieczniki	Wymienić przepalone bezpieczniki na bezpieczniki odpowiedniego typu i o odpowiednich wartościach znamionowych.
	Automatyczne wyłączenie wywołane przez przeciążenie	Sprawdzić i wykasować przeciążenie w układzie rozruchowym.
	Nieprawidłowe zasilanie	Sprawdzić, czy zasilanie jest zgodne z danymi na tabliczce znamionowej silnika i współczynnikiem obciążenia.
	Nieprawidłowe podłączenia zasilania	Sprawdzić połączenia ze schematem dostarczonym wraz z silnikiem.
	Przerwa w uzwojeniu lub w styczniku sterującym	Gdy stycznik jest zamknięty, słychać brzęczenie. Sprawdzić, czy nie ma luźnych połączeń oraz czy wszystkie zestyki w układzie sterowania działają prawidłowo (zamykają się).
	Uszkodzenie mechaniczne	Sprawdzić, czy silnik i napęd obracają się swobodnie. Sprawdzić łożyska i smarowanie.
	Zwarcie w stojanie	Skontaktować się z firmą ABB lub Upewnić się, że odłączono zasilanie i zapewniono uziemienie; odłączyć kable i zmierzyć rezystancję izolacji.
	Nieprawidłowe połączenie uzwojenia stojana	Sygnalizowane przez przepalone bezpieczniki. Konieczne przewożenie silnika. Zdemontować tarcze łożyskowe i zlokalizować usterkę.
Utykanie silnika	Silnik może być przeciążony	Zmniejszyć obciążenie.
	Brak jednej fazy	Sprawdzić, czy na liniach zasilających występuje brak fazy.
	Nieprawidłowy dobór silnika	Zmienić typ lub wielkość. Skonsultować się z dostawcą urządzenia.
	Przeciążenie	Zmniejszyć obciążenie.
	Niskie napięcie	Sprawdzić, czy podawane jest napięcie wskazane tabliczce znamionowej. Sprawdzić połączenie.
Silnik uruchamia się, a następnie zatrzymuje	Przerwa w obwodzie	Spalony bezpiecznik. Sprawdzić przekaźnik przeciążeniowy, stojan i przyciski.
	Awaria zasilania	Sprawdzić pod kątem luźnych połączeń okablowanie w układzie zasilającym, sterowania oraz bezpieczniki.
Silnik nie osiąga prędkości nominalnej	Nieprawidłowy dobór silnika	Skontaktować się z dostawcą urządzenia w celu doboru odpowiedniego silnika.
	Napięcie na zaciskach silnika jest zbyt niskie z powodu spadku napięcia sieciowego	Użyć wyższego napięcia lub zacisków transformatora bądź zmniejszyć obciążenie. Sprawdzić połączenia. Sprawdzić, czy przewody zostały odpowiednio dobrane.
	Zbyt duże początkowe obciążenie silnika	Sprawdzić rozruch silnika bez obciążenia.
	Pęknięte pręty wirnika lub luźny wirnik	Sprawdzić, czy w pobliżu pierścieni nie ma pęknięć. Może być konieczna wymiana wirnika, ponieważ naprawy zwykle przynoszą tylko chwilowe rozwiązanie problemu.
	Przerwa w obwodzie pierwotnym	Zlokalizować awarię za pomocą urządzenia testowego i naprawić.

PROBLEM	PRZYCZYNA	ROZWIĄZANIE
Silnik rozpędza się zbyt długo i (lub) pobiera zbyt duży prąd	Nadmierne obciążenie	Zmniejszyć obciążenie.
	Niskie napięcie podczas rozruchu	Sprawdzić, czy nie występuje wysoka rezystancja. Należy się upewnić, że użyto kabli zasilających o odpowiednich parametrach.
	Uszkodzony wirnik silnika klatkowego	Wymienić wirnik na nowy.
	Zastosowano zbyt niskie napięcie	Skorygować parametry zasilania.
Zły kierunek obrotu	Nieprawidłowa kolejność faz	Zmienić kolejność faz w skrzynce zaciskowej silnika lub w szafie sterowniczej.
Przegrzewanie się silnika podczas pracy	Przeciążenie	Zmniejszyć obciążenie.
	Kadłub lub otwory wentylacyjne mogą być zanieczyszczone i uniemożliwiać właściwą wentylację silnika	Oczyszczyć i udrożnić układ wentylacyjny oraz sprawdzić ciągłość strumienia powietrza z silnika.
	Brak jednej fazy zasilania silnika	Upewnić się, że wszystkie przewody i kable są odpowiednio podłączone.
	Doziemienie w uzwojeniu silnika	Konieczne przezwojenie silnika.
	Asymetria napięcia na zaciskach	Sprawdzić uszkodzone przewody, połączenia i transformatory.
Nadmierne drgania silnika	Silnik źle wyosowany	Wyosować silnik.
	Słabe mocowanie	Wzmocnić podstawę.
	Sprzęgło niewyważone	Wyważyć sprzęgło.
	Niewyważone urządzenie napędzane	Wyważyć urządzenie napędzane.
	Uszkodzone łożyska	Wymienić łożyska.
	Niewyosowane łożyska	Naprawić silnik.
	Przesunięte ciężarki wyważające	Wyważyć wirnik.
	Niezgodność między wyważeniem wirnika i sprzęgła (półwpust — pełny wpust)	Wyważyć sprzęgło lub wirnik.
	Silnik wielofazowy pracuje z jedną fazą	Sprawdzić, czy występuje przerwa w obwodzie.
	Nadmierny luz osiowy	Wyregulować łożysko lub dodać podkładkę.
Odgłos zgrzytania	Przewietrznik ociera o końcówkę wału lub obudowę wentylatora	Skorygować mocowanie przewietrznika.
	Luzy na ramie fundamentowej	Dokręcić śruby mocujące.
Hałaśliwa praca	Szczelina powietrzna nie jest jednolita	Sprawdzić i skorygować osadzenie łożysk i tarcz łożyskowych.
	Niewyważony wirnik	Wyważyć wirnik.
Gorące łożyska	Wygięty lub skrzywiony wał	Wyprostować lub wymienić wirnik z wałem.
	Nadmierny naciąg pasa	Zmniejszyć naciąg pasa.
	Koła pasowe zamontowane zbyt blisko końca wału	Przesunąć koło pasowe bliżej łożyska silnika.
	Zbyt mała średnica koła pasowego	Użyć większych kół pasowych.
	Niewspółosiowość	Poprawić poprzez ponowne osiowanie napędu.
	Niewystarczająca ilość smaru	Zapewnić odpowiednią jakość i ilość smaru w łożyskach.
	Pogorszenie jakości smaru lub zanieczyszczony środek smarny	Usunąć stary smar, dokładnie wyczyścić łożyska naftą i wypełnić łożyska nowym smarem.
	Nadmiar środka smarnego	Zmniejszyć ilość smaru — łożysko nie powinno być wypełnione więcej niż w połowie.
	Przeciążenie łożyska	Sprawdzić osiowanie, nacisk boczny i wzdlużny.
	Pęknięte kulki łożyska lub szorstkie bieżnie	Wymienić łożysko; uprzednio dokładnie wyczyścić obudowę.

11 Rysunki

Rys. 1. Wykres przedstawiający zależność rezystancji izolacji od temperatury oraz sposób korygowania mierzonej rezystancji izolacji w temperaturze 40°C.

Rys. 2. Montaż półsprężki lub koła pasowego



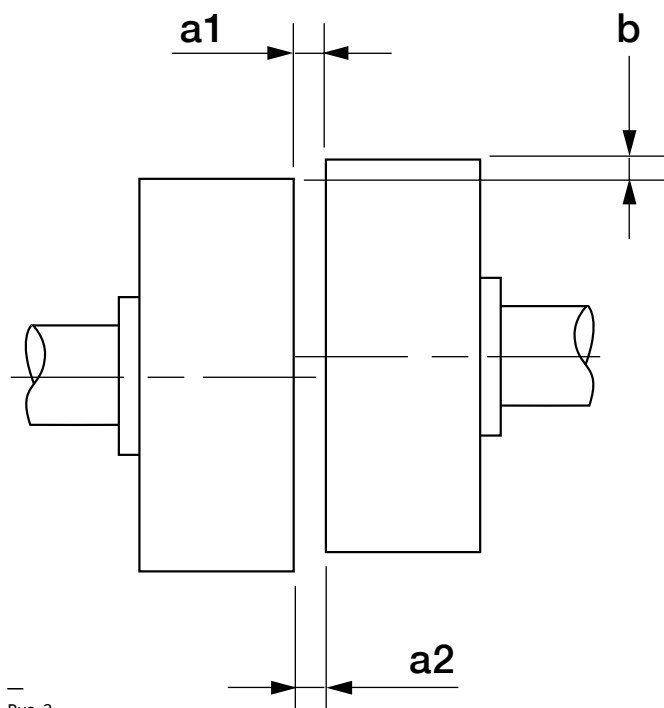
Rys. 1.

Oś X: temperatura uzwojenia (stopnie Celsjusza)

Oś Y: współczynnik temperaturowy rezystancji izolacji, ktc

Legenda

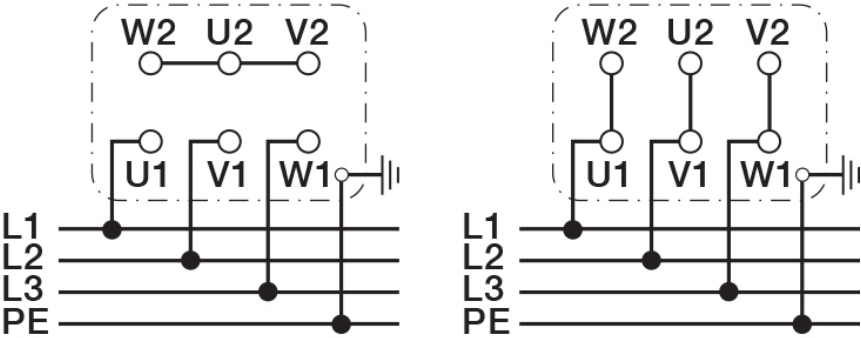
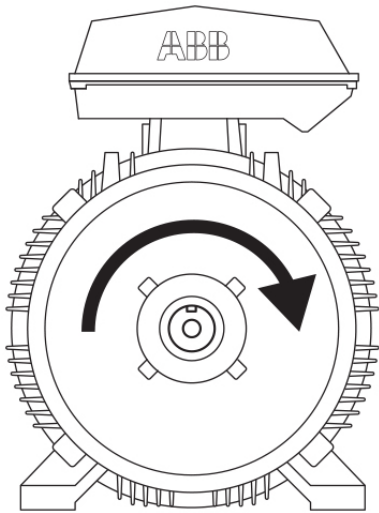
1) Aby skorygować zmierzoną rezystancję izolacji R_i , do wartości w temperaturze 40°C, należy ją pomnożyć przez współczynnik temperaturowy $k_{tc} \cdot R_{i40^\circ C} = R_i \times$



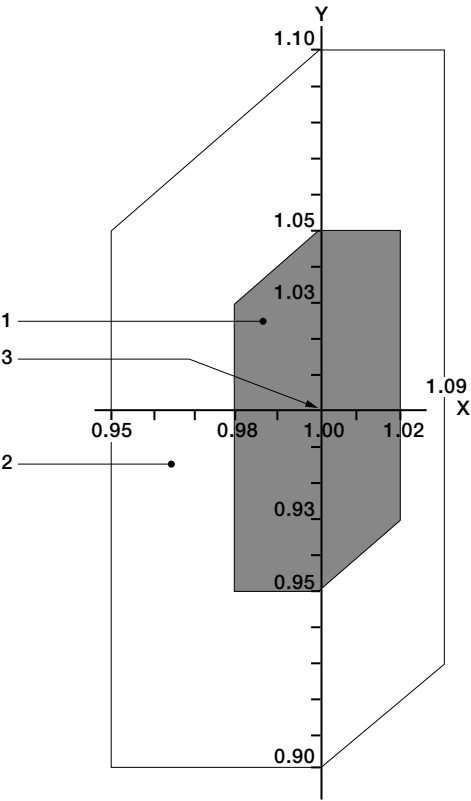
Rys. 2.

Rys. 3. Podłączenie zacisków zasilania silnika

Rys. 4. Odchyłki napięcia i częstotliwości w strefach A i B



Rys. 3.



Rys. 4.

Oś X	częstotliwość (na jednostkę)
Oś Y	napięcie (na jednostkę)
Legenda	
1	strefa A
2	strefa B (poza strefą A)
3	punkt nominalny

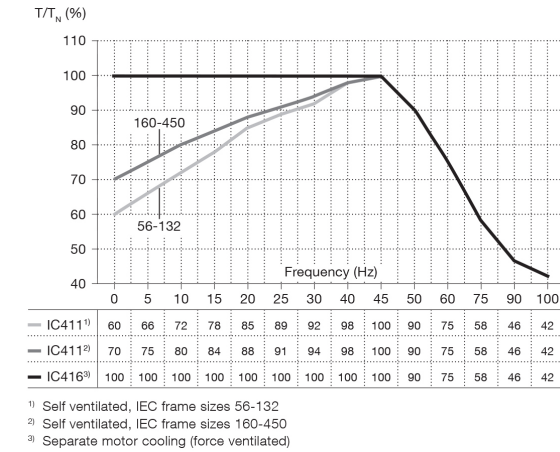
Wzorcowe krzywe obciążenia dotyczące pracy z przemiennikami ze sterowaniem DTC

Rys. 5a. Przemiennik ze sterowaniem DTC, 50 Hz, wzrost temperatury B

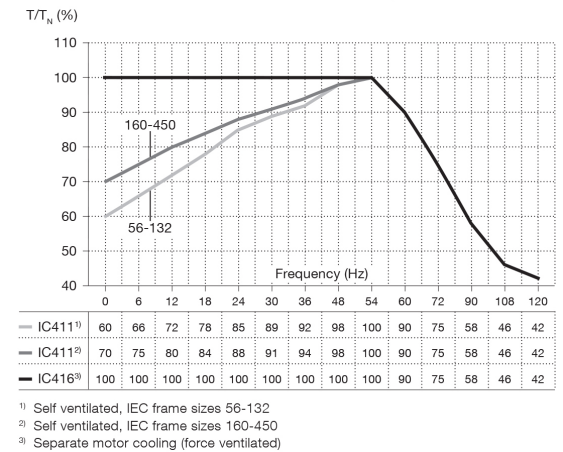
Rys. 5b. Przemiennik ze sterowaniem DTC, 60 Hz, wzrost temperatury B

Rys. 5c. Przemiennik ze sterowaniem DTC, 50 Hz, wzrost temperatury F

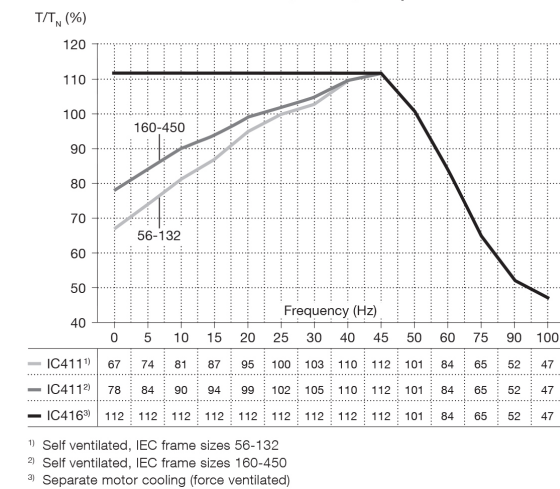
Rys. 5d. Przemiennik ze sterowaniem DTC, 60 Hz, wzrost temperatury F



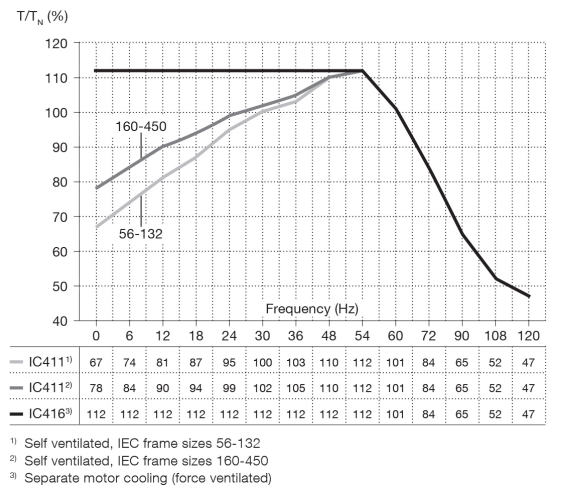
Rys. 5a.



Rys. 5b.



Rys. 5c.



Rys. 5d.

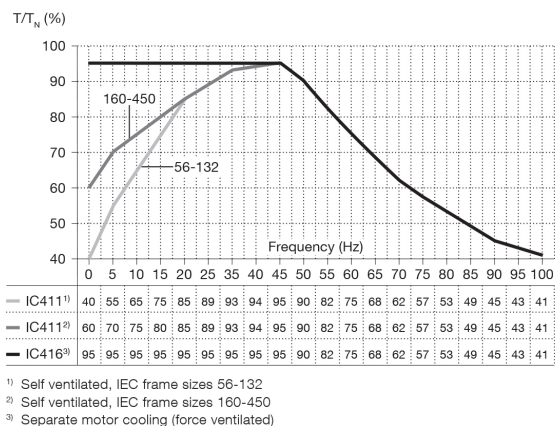
Wzorcowe krzywe obciążenia dotyczące pracy z innymi przemiennikami źródła napięcia typu PWM

Rys. 6a. Przemiennik źródła napięcia typu PWM, 50 Hz, wzrost temperatury B

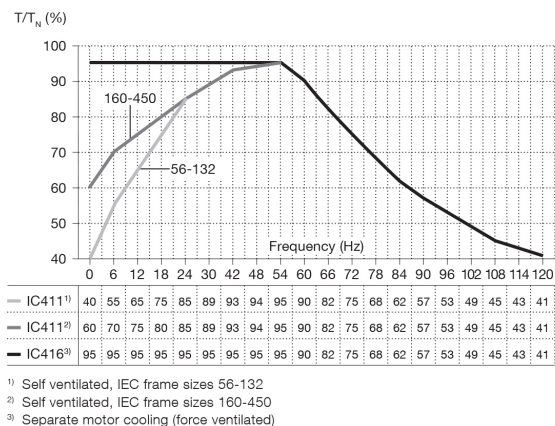
Rys. 6b. Przemiennik źródła napięcia typu PWM, 60 Hz, wzrost temperatury B

Rys. 6c. Przemiennik źródła napięcia typu PWM, 50 Hz, wzrost temperatury F

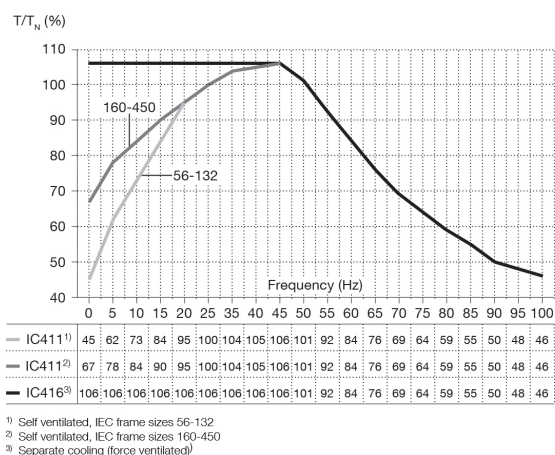
Rys. 6d. Przemiennik źródła napięcia typu PWM, 60 Hz, wzrost temperatury F



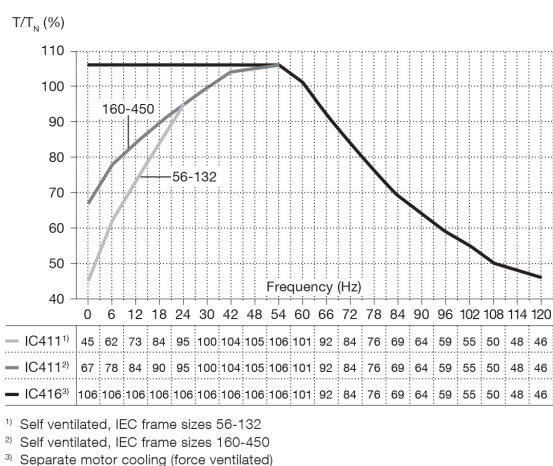
Rys. 6a.



Rys. 6b.



Rys. 6c.



Rys. 6d.

—
abb.com/motors&generators