



PRZEPISY

PUBLIKACJA 98/P

WYTYCZNE DOTYCZĄCE WYMAGAŃ DLA OKRĘTOWYCH SILNIKÓW WYSOKOPRĘŻNYCH WYPOSAŻONYCH W SYSTEM OCZYSZCZANIA GA- ZÓW SPALINOWYCH Z NO_x ZA POMOCĄ SELEKTYWNEJ REDUKCJI KA- TALITYCZNEJ (SCR)

styczeń
2024

Publikacje P (Przepisowe) wydawane przez Polski Rejestr Statków
są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów i stanowią
wymagania obowiązujące tam, gdzie mają zastosowanie

GDAŃSK

Publikacja 98/P – Wytyczne dotyczące wymagań dla okrętowych silników wysokoprężnych wyposażonych w system oczyszczania gazów spalinowych z NO_x za pomocą selektywnej redukcji katalitycznej (SCR) – styczeń 2024 została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. w dniu 21 grudnia 2023 r. i wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2024 r.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2024

PRS/RP, 12/2023

SPIS TREŚCI

	Str.
1 Wstęp	5
2 Postanowienia ogólne	5
2.1 Cel opracowania wytycznych.....	5
2.2 Zastosowanie wytycznych.....	5
2.3 Definicje.....	6
3 Procedury poprzedzające proces uznawania silnika z systemem SCR	7
3.1 Postanowienia ogólne	7
3.2 Kartoteka techniczna silnika i procedury sprawdzania emisji NOX w gazach spalinowych na statku....	7
3.3 Środki minimalizujące wpływ (ulatnianie się) środka redukującego z systemu	10
3.4 Procedura wstępnej certyfikacji silnika z systemem SCR.....	10
3.5 Świadectwo EIAPP	10
4 Koncepcja rodzin i grup silników wyposażonych w system SCR	11
5 Procedury prób silników z systemem SCR metodą A	12
5.1 Postanowienia ogólne	12
5.2 Obliczenia emisji gazowej.....	12
5.3 Sprawozdanie z prób silnika	12
6 Procedury prób silników z systemem SCR metodą B	13
6.1 Postanowienia ogólne	13
6.2 Procedury prób weryfikacyjnych silnika.....	14
6.3 Procedury prób komór SCR.....	14
6.4 Obliczenia gęstości emisji gazowej.....	15
6.5 Sprawozdanie z prób	16
7 Próby zdawczo-odbiorcze na statku dla metody B	16

1 WSTĘP

1.1 Niniejsza *Publikacja* została opracowana w oparciu o wymagania Rezolucji MEPC.291(71) przyjętej 7 lipca 2017 roku, ze zmianami przyjętymi Rezolucją MEPC.313(74) z 17 maja 2019 r. **Wymagania dotyczące przechowywania i stosowania reduktorów do selektywnej redukcji katalitycznej (SCR) podano w Rozdziale 6.4 Części VI Przepisów PRS klasyfikacji i budowy statków morskich.**

1.2 *Kodeks techniczny kontroli emisji tlenków azotu z okrętowych silników wysokoprężnych, 2008 (Kodeks NO_x 2008)*, zgodnie z punktem 2.2.5, przewiduje stosowanie urządzeń obniżających emisję NO_x i system selektywnej redukcji katalitycznej (SCR) jest jednym z takich urządzeń.

1.3 *Kodeks NO_x 2008* zawiera dwa sposoby wstępnej certyfikacji układów silnika wyposażonego w urządzenie redukujące NO_x:

- .1 silnik wyposażony w system SCR: zatwierdzenie zgodnie z punktem 2.2.5.1 oraz próba zgodnie z rozdziałem 5 *Kodeksu NO_x 2008*:

„Tam gdzie podczas certyfikacji dla wydania *Świadectwa EIAPP* ma być uwzględnione urządzenie do obniżania emisji NO_x, to musi być ono uznane jako część składowa silnika, a fakt jego zamontowania odnotowuje się w *Kartotece technicznej silnika*. Silnik wraz z urządzeniem obniżającym emisję NO_x sprawdza się przeprowadzając próby...”¹

Próby należy przeprowadzić zgodnie z rozdziałem 5 *Kodeksu NO_x 2008* ; oraz

- .2 uproszczona metoda pomiaru zgodnie z podrozdziałem 6.3 *Kodeksu NO_x 2008*, opisana w punkcie 2.2.5.2 *Kodeksu NO_x* :

„W przypadku gdyby urządzenie do obniżania emisji NO_x zostało zamontowane z powodu niespełniania przez silnik limitów emisji przy próbie certyfikacji wstępnej, to dla uzyskania *Świadectwa EIAPP* dla takiego zestawu, silnik wraz z zainstalowanym urządzeniem obniżającym emisję musi być ponownie poddany próbie w celu wykazania zgodności z odpowiednim limitem emisji NO_x. Jednak w tym przypadku, zestaw może być poddany ponownej próbie zgodnie z uproszczoną metodą pomiaru określoną w 6.3. W żadnym przypadku nie udziela się zwolnień ustalonych w 6.3.11.”

1.4 Zgodnie z punktem 2.2.5.1 *Kodeksu NO_x 2008*, tam, gdzie podczas certyfikacji dla wydania *Świadectwa EIAPP* ma być uwzględnione urządzenie do obniżania emisji NO_x, to musi być ono uznane jako część składowa silnika, a fakt jego zamontowania odnotowuje się w *Kartotece technicznej silnika*.

2 POSTANOWIENIA OGÓLNE

2.1 Cel opracowania wytycznych

Celem niniejszej *Publikacji* jest dostarczenie wskazówek, dodatkowo do wymagań *Kodeksu NO_x 2008*, dla projektowania, prób, przeglądów i certyfikacji okrętowych silników wysokoprężnych wyposażonych w system SCR na zgodność z wymaganiami prawidła 13 z *Załącznika VI do Konwencji MARPOL*.

2.2 Zastosowanie wytycznych

Niniejsze wytyczne mają zastosowanie do okrętowych silników wysokoprężnych wyposażonych w system SCR w celu spełnienia postanowień prawidła 13 z *Załącznika VI do Konwencji MARPOL*.

¹ Od 1 sierpnia 2013 roku obowiązują zmienione teksty punktów 2.2.4 oraz 2.2.5.1 wprowadzone do *Kodeksu NO_x 2008* przez *Rezolucję MEPC.217(63)*.

2.3 Definicje

Jeżeli nie postanowiono inaczej, określenia zawarte w niniejszej *Publikacji* mają takie samo znaczenie, jak określenia zdefiniowane w prawie 2 z *Załącznika VI do Konwencji MARPOL* i w podrozdziale 1.3 *Kodeksu NO_x 2008*.

Silnik napędzany gazem, zainstalowany na statku zbudowanym w dniu 1 marca 2016 r. lub później, bądź napędzany gazem dodatkowy albo nieidentyczny silnik zastępczy zainstalowany w tym dniu lub później również uważany jest za okrętowy silnik wysokoprężny.²

Układ silnika wyposażony w SCR – system składający się z okrętowego silnika wysokoprężnego, komory SCR i układu wtryskowego środka redukującego. Gdy zastosowano urządzenie sterujące procesem obniżania emisji NO_x, to jest ono traktowane jako część tego systemu.

Blok katalizatora – blok o danych wymiarach, przez który przechodzą spaliny, i który zawiera układ katalizatora na jego wewnętrznej powierzchni, umożliwiając obniżenie emisji NO_x w gazach spalinowych.

Obudowa lub rama bloku katalizatora – obudowa lub rama zespołu (modułu) kilku bloków katalizatora.

Komora SCR – zintegrowany moduł zawierający blok (bloki) katalizatora, do którego wpływają spaliny i środek redukujący.

Układ wtryskowy środka redukującego – system, który składa się z pompy (pomp) dostarczającej środek redukujący NO_x do dyszy (dysz), dyszy (dysz) rozpylającej środek redukujący w strumieniu spalin i urządzenia (urządzeń) sterującego rozpylaniem środka redukującego.

Stopień redukcji NO_x (η), [%] – wartość wynikająca z następującego wzoru:

$$\eta = 100 (c_{\text{inlet}} - c_{\text{outlet}}) / c_{\text{inlet}}$$

gdzie:

c_{inlet} – stężenie NO_x mierzone na wlocie do komory SCR, [ppm];

c_{outlet} – stężenie NO_x mierzone na wylocie z komory SCR, [ppm].

Prędkość powierzchniowa (AV), [m/h] – wartość natężenia przepływu gazów spalinowych [m³/h] przechodzących przez bloki katalizatora przypadająca na całkowitą czynną powierzchnię bloków katalitycznych w komorze SCR [m²]. Objętość przepływu gazów spalinowych jest objętością zdefiniowaną dla temperatury 0°C i ciśnienia 101,3 kPa.

Prędkość liniowa (LV), [m/h] – wartość natężenia przepływu gazów spalinowych przechodzących przez bloki katalityczne [m³/h] przypadająca na powierzchnię przekroju bloku katalizatora [m²] w normalnym kierunku przepływu spalin. Objętość przepływu gazów spalinowych jest objętością zdefiniowaną dla temperatury 0°C i ciśnienia 101,3 kPa.

Przekrój bloku, [m²] – powierzchnia przekroju bloku katalizatora określona na podstawie zewnętrznych wymiarów bloku.

Prędkość objętościowa (SV), [1/h] – wartość natężenia przepływu gazów spalinowych [m³/h] przechodzących przez blok (bloki) katalizatora przypadająca na całkowitą objętość bloku (bloków) katalizatora w komorze SCR [m³]. Objętość przepływu gazów spalinowych jest objętością zdefiniowaną dla temperatury 0°C i ciśnienia 101,3 kPa.

² Od 1 września 2017 roku będzie obowiązywać zmieniony tekst punktu 1.3.10, wprowadzony do *Kodeksu NO_x 2008* przez *Rezolucję MEPC.272(69)*.

Całkowita objętość bloku katalizatora, [m³] – objętość określona na podstawie zewnętrznych wymiarów bloku katalizatora.

3 PROCEDURY POPRZEDZAJĄCE PROCES UZNAWANIA SILNIKA Z SYSTEMEM SCR

3.1 Postanowienia ogólne

- .1 Układy silników wyposażonych w SCR powinny być certyfikowane zgodnie z rozdziałem 2 *Kodeksu NO_x 2008*. Należy zastosować procedury metod A lub B przedstawionych w tych wytycznych.
- .2 Wnioskodawca ubiegający się o certyfikację powinien być podmiotem odpowiedzialnym za cały układ silnika wyposażonego w system SCR – np. producent silnika.
- .3 Wnioskodawca powinien dostarczyć wszystkie niezbędne dokumenty, w tym *Kartotekę techniczną* całego systemu, opis wymaganych na statku procedur sprawdzania emisji NO_x oraz tam, gdzie to ma zastosowanie, opis procedury próby zdawczo-odbiorczej (potwierdzającej spełnienie limitów emisji NO_x).

3.2 Kartoteka techniczna silnika i procedury sprawdzania emisji NO_x w gazach spalinowych na statku

Oprócz informacji podanych w 3.1.3 i pozycji wymaganych w rozdziale 2.4 *Kodeksu NO_x 2008*, w *Kartotece technicznej* układów silników wyposażonych w system SCR należy podać następujące informacje:

- .1 środek redukujący NO_x: składniki/rodzaj i stężenie;
- .2 układ wtryskowy środka redukującego NO_x, łącznie z wymiarami nominalnymi i ilością dostarczanego środka redukującego;
- .3 cechy konstrukcyjne poszczególnych komponentów systemu SCR w kanale spalinowym: od kolektora wydechowego silnika do komory SCR. Cechy konstrukcyjne powinny być podane przez wnioskodawcę i mogą one obejmować, co najmniej:
 - 1) ograniczenia podane przez wnioskodawcę w odniesieniu do układu/konstrukcji kanału gazów spalinowych, włącznie z miejscem i liczbą zgięć w kanałach spalinowych oraz ich orientacją i geometrią, zmiany średnicy kanałów spalinowych oraz urządzenia zamontowane w celu sterowania przepływem gazów spalinowych, tam gdzie ma to zastosowanie;
 - 2) minimalną odległość pomiędzy punktami wtrysku środka redukującego a komorą SCR;
 - 3) miejsca zainstalowania urządzeń wtrysku środka redukującego w kanałach oraz kierunek wtrysku środka redukującego, np. przepływ wsteczny lub równoległy;
 - 4) urządzenia mieszające środka redukującego;
 - 5) lance, dysze, urządzenia atomizujące środka redukującego;
 - 6) projekt komory wlotowej, wejścia górne i dolne;
 - 7) jeśli wnioskodawca określił urządzenie obejściowe SCR, specyfikacje kontrolne, identyfikacja zaworu obejściowego i jego urządzenia sterującego, oraz
 - 8) jeśli urządzenie wtrysku środka redukującego oraz komora SCR stanowi zintegrowany zespół instalowany w kanale spalinowym, parametry takiego zespołu ważne z punktu widzenia emisji NO_x;
- .4 wykaz części bloku katalizatora i rozmieszczenie w komorze SCR, obejmujący co najmniej:
 - 1) instalację bloków w obrębie komory SCR, uwzględniając liczbę bloków, warstw oraz obudowę i ramę komory SCR w celu zapobiegania wypływu gazu spalinowego;
 - 2) układ geometryczny bloku katalizatora;

- 3) wartości graniczne, takie jak CPSI (liczba komórek na cal kwadratowy) oraz zakresy parametrów fizycznych, takich jak prędkość objętościowa (SV), prędkość powierzchniowa (AV) oraz prędkość liniowa (LV), lub numer części albo numer specyfikacji podany przez wnioskodawcę na bloku katalizatora;
- 4) materiał katalizatora: może być identyfikowany poprzez numer części lub numer specyfikacji. Środki zapewniające zainstalowanie właściwego bloku katalizatora na statku zgodnie z *Kartoteką techniczną*, gdy akceptowalny jest numer części lub numer specyfikacji podany przez wnioskodawcę na obudowie lub ramie bloku katalizatora;
- 5) usytuowanie urządzenia do zdmuchiwania sadzy;
- 6) wyposażenie służące do kontroli oraz dostępu. Kontrole komory SCR należy ograniczyć do potwierdzenia zamontowania właściwych bloków katalizatorów podczas montażu komory SCR. Akceptowalne są także inspekcje zapasowych bloków katalizatora w celu wykazania ich zgodności, w czasie przeglądów, które nie są przeglądami prowadzonymi podczas montażu SCR; oraz
- 7) wszelkie przegrody lub inne urządzenia zainstalowane wewnątrz komory SCR w celu rozprowadzania spalin oraz strumienia środka redukującego;
- .5 wlotowe parametry spalin, w tym dopuszczalne temperatury (maksymalna i minimalna) na wlocie do komory SCR;
- .6 parametry wpływające na spaliny: dopuszczalny spadek ciśnienia (Δp) pomiędzy wlotem i wylotem komory SCR i w kanale spalinowym spowodowany przez komponenty systemu SCR. Jeśli przed lub za komorą SCR znajduje się jakikolwiek element układu SCR, który wpływa na dopuszczalny spadek ciśnienia, wówczas podstawą do obliczenia tego parametru powinien być cały system SCR;
- .7 aspekty związane z jakością oleju napędowego (paliwa), mające wpływ na zapewnienie ciągłej zgodności silnika z obowiązującymi limitami emisji NO_x w celu zapewnienia stałej redukcji NO_x mogą obejmować co najmniej:
 - 1) maksymalną dopuszczalną zawartość siarki w oleju napędowym, która może podlegać spaleniowi przy zachowaniu zgodności z wymaganiami;
 - 2) wytyczne dotyczące składu stosowanego oleju napędowego oraz jego substancji zanieczyszczających w warunkach eksploatacyjnych;
- .8 czynniki związane z tempem spadku wydajności systemu SCR, np. stan bloków katalizatorów SCR wymagający ich wymiany i zalecany czas pracy do następnej wymiany bloków katalizatorów SCR:
 - 1) zastosowanie zasady kontroli środka redukującego w oparciu o sprzężenie zwrotne lub kontroli wyprzedzającej z udziałem urządzenia pomiarowego NO_x jest uznawane jako środek monitorowania stanu/pogorszenia stanu katalizatora. Wnioskodawca powinien określić kryteria wymiany bloków katalizatorów w oparciu o odczyty urządzenia pomiarowego NO_x, a także wymagania dotyczące konserwacji, obsługi i kalibracji urządzenia pomiarowego NO_x;
 - 2) wówczas gdy zastosowano zasadę kontroli wyprzedzającej środka redukującego bez udziału urządzenia pomiarowego NO_x, we wniosku należy uwzględnić szczegóły dotyczące:
 - wykresu zakładanego stanu pogorszenia w zakładanych warunkach eksploatacyjnych lub okresu eksploatacji katalizatora w zakładanych warunkach eksploatacyjnych,
 - czynników, które mogą mieć wpływ na efektywność redukcji NO_x katalizatora; oraz
 - wytycznych dotyczących sposobu oceny efektywności redukcji NO_x katalizatora w oparciu o okresowe kontrole wyrzykowe lub o monitorowanie określone

- przez wnioskodawcę, jeśli ma to zastosowanie; należy prowadzić zapisy do wglądu podczas przeglądów rocznych, pośrednich oraz odnowieniowych. Wnioskodawca powinien określić częstotliwość okresowych kontroli wyrywkowych, z uwzględnieniem zakładanego pogorszenia stanu katalizatora. Kontrole wyrywkowe powinny być przeprowadzane co najmniej po zainstalowaniu oraz co 12 miesięcy; oraz
- 3) inne metody monitorowania stanu/pogorszenia stanu katalizatora podlegają zatwierdzeniu przez Administrację;
- Uwaga:** Interpretacje dotyczące p. 3.2.8 znajdują się w dokumencie MPC 112 (Rev. 1 Nov. 2019);
- .9** rozmieszczenie układu sterującego i ustawienia systemu SCR, np. model, specyfikacja układu sterującego. Należy uwzględnić co najmniej:
- 1) metodę kontroli wtrysku środka redukującego. Może to być kontrola wyprzedzająca wtrysku środka redukującego lub kontrola wtrysku na zasadzie sprzężenia zwrotnego;
 - 2) oprzyrządowanie oraz czujniki, które są częścią urządzenia kontroli komory SCR, na ile ma to zastosowanie;
 - 3) instrukcje dla załogi dotyczące dopuszczalnych regulacji parametrów kontrolnych, włącznie ze szczegółami dotyczącymi zapobiegania nieuprawnionym zmianom parametrów konfiguracji systemu, danych sterownika programowalnego PLC oraz centralnych jednostek przetwarzania, na ile ma to zastosowanie;
 - 4) w przypadku zastosowania urządzenia pomiarowego NO_x należy uwzględnić:
 - typ/model (numer identyfikacyjny),
 - procedury kalibracji, kontroli zera i zakresu oraz częstotliwość takich kontroli, jeśli ma to zastosowanie,
 - określenie gazów kalibracyjnych przechowywanych na statku, jeśli ma zastosowanie; oraz
 - wymagania dotyczące konserwacji i/lub wymiany;
 - jeśli założono różne tryby eksploatacji instalacji silnika wyposażonej w system SCR (np. osobne tryby dla poziomu II oraz poziomu III) – szczegóły dotyczące metody kontroli doboru różnych trybów eksploatacyjnych oraz rejestrowania trybu operacyjnego, włącznie ze środkami zmiany trybów; oraz
 - 5) pomocnicze urządzenia sterowania, wymienione w prawidło 13.9 oraz określone w prawidło 2.4 Konwencji MARPOL, Załącznik VI, odpowiednio, mogą być zastosowane przy instalacjach silnika wyposażonych w SCR, z uwzględnieniem rozruchu i zatrzymania, eksploatacji przy niskim obciążeniu oraz przy zmianie kierunku pod warunkiem zatwierdzenia przez Administrację;
- .10** środki minimalizujące wpływ (ulatnianie się) środka redukującego NO_x. Wnioskodawca może określić maksymalny wpływ środka redukującego. Może być uwzględniona uzupełniająca informacja dotycząca m.in. szybkości wtrysku środka redukującego przy określonych obciążeniach silnika, temperatury katalizatora lub temperatury spalin podczas wtrysku środka redukującego itp, w celu zapobiegania wpływowi środka redukującego z powodu przekroczenia określonego poziomu maksymalnego. Monitorowanie wpływu środka redukującego w kanale spalinowym poniżej SCR lub środki równoważne mogą być zaakceptowane jako środki minimalizujące wpływ środka redukującego. Alternatywnie, mogą być zaakceptowane środki służące łagodzeniu wpływu środka redukującego (na przykład stosowanie katalizatora wpływu amoniaku lub zarządzanie termiczne katalizatorem aktywnym);
- .11** metoda kontroli parametru jako procedura weryfikacyjna: w odniesieniu do zastosowanej metody kontroli parametru, oceniając adekwatność proponowanej procedury w stosunku

do zastosowanych analizatorów spełniających lub przekraczających wymagania określone w *Załączniku III do Kodeksu NO_x 2008*, należy wziąć pod uwagę wymagania podane w punkcie 2.3.6 oraz wytyczne zawarte w punkcie 2 *Załącznika VII*; oraz

Uwaga: Interpretacje dotyczące p. 3.2.11 znajdują się w dokumencie MPC 115 (Corr. 1 May 2020).

.12 każdy inny parametr (parametry) określony przez wnioskodawcę.

Uwaga: Interpretacje dotyczące p. 3.2.12 znajdują się w dokumencie MPC 116 (Rev.1 Nov.2019).

3.3 Środki minimalizujące wpływ (ulatnianie się) środka redukującego z systemu

W przypadku gdy w systemie SCR używa się roztworu mocznika, roztworu amoniaku lub amoniaku jako środka redukującego, należy zapewnić środki zapobiegające wypływowi (ulatnianiu się) środka redukującego z systemu, tak aby uniknąć dostarczania nadmiernej ilości tego środka do systemu SCR. Układ wtryskowy środka redukującego powinien być tak zaprojektowany, aby zapobiec emisji jakichkolwiek szkodliwych substancji z systemu.

3.4 Procedura wstępnej certyfikacji silnika z systemem SCR

Próby i wstępna certyfikacja układu silnika wyposażonego w system SCR powinny być prowadzone według *metody A* (jak podano w rozdziale 5 niniejszych wytycznych) albo *metody B* (jak podano w rozdziałach 6 i 7 niniejszych wytycznych), stosownie do sytuacji.

Istnieją silniki, które ze względu na rozmiar, konstrukcję i harmonogram dostawy silnika nie mogą być przedwstępnie certyfikowane na stanowisku prób. W takich przypadkach wytwórca silnika, armator lub stocznia powinny wystąpić do PRS o przeprowadzenie próby na statku. Wnioskodawca powinien wykazać PRS, że próba na statku całkowicie spełni wymagania procedury prób na stanowisku pomiarowym. Dla wydania Świadectwa EIAPP powinny mieć zastosowanie takie same procedury, jak podczas przedwstępnego przeglądu certyfikacyjnego na stanowisku prób, zgodnie z ograniczeniami określonymi w punkcie 4.2.1

W przypadkach, gdy silniki, które ze względu na rozmiar, konstrukcję i harmonogram dostaw nie mogą być wstępnie certyfikowane na stanowisku prób, producent silnika, armator lub stocznia powinny złożyć wniosek do administracji o przeprowadzenie prób na statku (patrz 2.1.2.2, *Kodeks techniczny NO_x, 2008*). Wnioskodawca musi wykazać administracji, że próba na statku w pełni spełni wszystkie wymagania procedury na stanowisku prób, jak określono w rozdziale 5 *Kodeksu technicznego NO_x, 2008*. W żadnym wypadku nie jest możliwe wyrażenie zgody na ewentualne odchylenia pomiarów, jeżeli wstępny przegląd przeprowadzany jest na statku i nie jest poprzedzony ważnym badaniem przedcertyfikacyjnym. W przypadku gdy silniki poddawane są próbie certyfikacyjnej na statku, do uzyskania *Międzynarodowego świadectwa zapobiegania zanieczyszczeniu powietrza (EIAPP)* zastosowanie mają te same procedury, które dotyczą badania przedcertyfikacyjnego silników na stanowisku prób, z zastrzeżeniem ograniczeń podanych w pkt 2.2.4.2 *Kodeksu technicznego NO_x-2008*.

Do czasu uzyskania wyników pomiaru emisji, silniki poddawane próbie certyfikacyjnej na statku powinny posiadać już wstępnie zatwierdzoną *Kartotekę techniczną*.

Jeżeli wynik pomiaru emisji nie jest zgodny z mającym zastosowanie wymaganiem NO_x, silniki powinny zostać ponownie wyregulowane, tak aby spełniać pierwotnie zatwierdzony warunek zgodności, jeżeli taki istnieje, lub wnioskodawca powinien zwrócić się do administracji bandery o akceptację dalszych prób.

3.5 Świadectwo EIAPP

Międzynarodowe świadectwo o zapobieganiu zanieczyszczeniu powietrza przez silnik (Świadectwo EIAPP – Engine International Air Pollution Prevention Certificate), które dotyczy emisji NO_x (patrz Załącznik I do Kodeksu NO_x 2008), powinno być wydane przez Administrację po zatwierdzeniu Kartoteki technicznej silnika.

Jeżeli wnioskodawca wybierze *metodę B* dla wstępnej certyfikacji silnika, zasadniczy przegląd dla wydania *Międzynarodowego świadectwa o zapobieganiu zanieczyszczeniu powietrza (Świadectwa IAPP)* nie powinien być zakończony przed uzyskaniem pozytywnych wyników prób zdawczo-odbiorczych silnika na statku. Wnioskodawca pozostaje podmiotem odpowiedzialnym do czasu ostatecznego odbioru systemu.

W przypadku certyfikacji silnika zarówno dla poziomu II jak i poziomu III, *Świadectwo EIAPP* powinno być uzupełnione dla obu poziomów o *Kartotekę techniczną* obejmującą tryby dla obu poziomów.

4 KONCEPCJA RODZIN I GRUP SILNIKÓW WYPOSAŻONYCH W SYSTEM SCR

Wymagania określone w rozdziale 4: *Zatwierdzenie silników produkowanych seryjnie: koncepcja rodzin i grup silników Kodeksu NO_x 2008* mają również zastosowanie do układów silników wyposażonych w system SCR – patrz MEPC.1/Circ.895 **Rev.1**.

W przypadku silników wyposażonych w system SCR do redukcji emisji NO_x uznaje się, że niektóre z przedstawionych parametrów mogą nie dotyczyć wszystkich silników w ramach grupy; w szczególności paragrafy rozdziału 5 *Kodeksu technicznego NO_x 2008* stwierdzają, że:

- .1 Objętość pojedynczego cylindra powinna mieścić się w całkowitym zakresie 15%.
- .2 Liczba cylindrów oraz ich konfiguracja mają zastosowanie tylko w pewnych przypadkach, np. w połączeniu z urządzeniami czyszczącymi spalin.

Jeśli wymiary średnicy i skoku powinny pozostać wspólne dla wszystkich silników w danej grupie, niżej podane parametry mogą być zastąpione alternatywnymi parametrami SCR, pod warunkiem że wnioskodawca może wykazać, że te alternatywne parametry są odpowiednie do określenia grupy silników:

- .1 sposób oraz właściwości konstrukcyjne systemu doładowania i wydechowego:
 - ciśnienie stałe;
 - ciśnienie pulsacyjne;
- .2 sposób chłodzenia powietrza doładowującego:
 - z/bez chłodnicy powietrza doładowującego;
- .3 właściwości konstrukcyjne komory spalania, która oddziałuje na emisję NO_x;
- .4 właściwości konstrukcyjne systemu wtrysku paliwa, tłoka oraz krzywki, których podstawowa charakterystyka może mieć wpływ na emisję NO_x; oraz
- .5 nominalna moc przy prędkości nominalnej. Dozwolone zakresy mocy silnika (kW/cylinder) i/lub prędkość nominalna powinny być zadeklarowane przez producenta i zatwierdzone przez Administrację.

W przypadku silników wyposażonych w system SCR w celu redukcji emisji NO_x, liczba i układ cylindrów może nie dotyczyć wszystkich składników grupy silników. Te parametry mogą być zastąpione nowymi parametrami otrzymanymi z komory i bloków katalizatorów SCR, takimi jak prędkość w przestrzeni SCR (SV), geometria bloku katalizatorów i materiał katalizatora.

Interpretacja ta może być zastosowana do rodziny silników, jeżeli wnioskodawca przedstawił jasne dowody, że koncepcja rodziny silników, uwzględniająca różne liczby i rozmieszczenie cylindrów, spowoduje taką samą lub niższą emisję NO_x z silników o różnej liczbie cylindrów w porównaniu z emisją NO_x powiązanego silnika macierzystego.

Wnioskodawca pozostaje odpowiedzialny za dobór silnika macierzystego i wykazanie podstawy doboru do akceptacji Administracji.

5 PROCEDURY PRÓB SILNIKÓW Z SYSTEMEM SCR METODĄ A

5.1 Postanowienia ogólne

Próby układu silnika z zainstalowanym systemem SCR według *metody A* powinny wykazać spełnienie obowiązujących limitów emisji NO_x, określonych w *Załączniku VI do Konwencji MARPOL*. Próby silnika na stanowisku należy przeprowadzić zgodnie z procedurą pomiarową określoną w rozdziale 5 *Kodeksu NO_x 2008*.

Niezależnie od powyższego, wnioskodawca może zdecydować się na próby układu silnika z zainstalowanym systemem SCR wyposażonym w urządzenie obejściowe lub bez tego obejścia zainstalowanego do celu pomiaru na stanowisku prób. Wnioskodawca powinien przedstawić wszystkie skutki braku urządzenia obejściowego dla dynamiki cieczy oraz rozdziału środka redukującego.

5.2 Obliczenia emisji gazowej

5.2.1 Metoda obliczeniowa podana w podrozdziale 5.12 *Kodeksu NO_x 2008* ma również zastosowanie do układów silników wyposażonych w system SCR. Nie uwzględnia się żadnych poprawek wynikających z wpływu wtrysku roztworu środka redukującego NO_x do strumienia gazów spalinowych na obliczeniową wielkość masowego natężenia przepływu gazów spalinowych (*Załącznik VI*) ani współczynnika korekcyjnego „spaliny suche/spaliny mokre” (wg równania (11), punkt 5.12.3.2.2 *Kodeksu NO_x*). Nie należy stosować współczynników korekcyjnych NO_x, uwzględniających wilgotność i temperaturę (równania (16) lub (17), odpowiednio punkty 5.12.4.5 i 5.12.4.6 *Kodeksu NO_x*).

Uwaga: Metoda obliczeniowa podana w podrozdziale 5.12 *Kodeksu NO_x* ma zastosowanie do obu metod A i B certyfikacji silników z zainstalowanym systemem SCR.

5.2.2 W przypadku układu silnika wyposażonego w system SCR należy zmierzyć następujące parametry i zapisać je w sprawozdaniu z prób silnika zgodnie z 5.10 *Kodeksu NO_x 2008* :

- .1 wielkość wtrysku środka redukującego NO_x w każdym punkcie obciążenia silnika, [kg/h];
- .2 temperaturę gazów spalinowych na wlocie i wylocie komory SCR, [°C];
- .3 spadek ciśnienia, [kPa]: należy zmierzyć ciśnienie na wlocie i na wylocie z komory SCR i obliczyć spadek ciśnienia (Δp). Dopuszczalny jest pomiar spadku ciśnienia (Δp) komory SCR za pomocą czujnika różnicy ciśnień. Jeśli producent systemu wyznaczy dopuszczalny limit Δp , to należy go potwierdzić; oraz
- .4 inne parametry określone przez PRS.

5.3 Sprawozdanie z prób silnika

W przypadku każdego silnika certyfikowanego indywidualnie lub silnika macierzystego badanego w celu ustalenia rodziny silników lub grupy silników, producent silnika powinien przygotować sprawozdanie z prób, które powinno zawierać dane niezbędne do pełnego zdefiniowania osiągnięć silnika i umożliwienia obliczenia emisji gazowych, w tym dane określone w sekcji 1 *Załącznika 5 do Kodeksu technicznego NO_x, 2008*. Oryginał sprawozdania z prób powinien być przechowywany w aktach producenta silnika, a administracja przechowuje kopię poświadczoną na zgodność z oryginałem.

"Dane niezbędne do pełnego zdefiniowania osiągnięć silnika i umożliwienia obliczenia emisji gazowych" powinny zostać włączone, zgodnie z paragrafem 5.12 *Kodeksu technicznego NO_x 2008*, z nieprzetworzonych jednostek danych do wartości emisji NO_x ważonej cyklem w g/kWh. Zbiór danych podany w Załączniku 5 do *Kodeksu Technicznego NO_x, 2008*. nie powinien być uważany za ostateczny i należy również podać wszelkie inne dane testowe (tj. dane dotyczące osiągnięć lub ustawień silnika, opis urządzeń sterujących) istotne dla zatwierdzenia określonej konstrukcji silnika i/lub pokładowych procedur weryfikacji NO_x. W przypadku silnika wyposażonego w SCR, w ramach metody A, powinny być mierzone i rejestrowane w sprawozdaniu z badań silnika parametry wymienione w paragrafie 5.2.2 rezolucji IMO MEPC.291(71) **zmienionej rezolucją MEPC.313(74)**. Zgodnie ze metodą B, powinna zostać określona i zapisana w sprawozdaniu z prób temperatura gazów spalinowych na wyznaczonym wlocie komory SCR. W przypadku silników dwupaliwowych podczas badania należy odnotować stosunek cieczy do gazu, temperaturę paliwa gazowego oraz położenie jego punktu pomiarowego.

W odniesieniu do Załącznika 5 do Kodeksu Technicznego NO_x, 2008, należy przyjąć że:

- 1 termin "odchylenie" podany w "Arkuszu 3/5, Sprzęt pomiarowy, kalibracja" odnosi się do odchylenia kalibracji analizatora, a nie do odchylenia stężenia gazu zakresowego; oraz
- 2 "Właściwości paliwa" podane w "Arkuszu 3/5 Charakterystyka paliwa, Właściwości paliwa" powinny zawierać wystarczające dane uzasadniające klasę ISO 8217:2017 (tj. DMA, DMB itp.) podaną w 1.9.4 Suplementu do Świadectwa EIAPP, poprzez uwzględnienie innych dodatkowych wyników analizy charakterystyk paliwa olejowego, tj. indeksu cetanowego (ISO 4264:2018), pozostałości węgla (ISO 10370:2014).

6 PROCEDURY PRÓB SILNIKÓW Z SYSTEMEM SCR METODĄ B

6.1 Postanowienia ogólne

Próby układu silnika wyposażonego w system SCR według *metody B* powinny wykazać, że system spełnia obowiązujące limity emisji NO_x określone w *Załączniku VI do Konwencji MARPOL*. Procedury prób według *metody B* są następujące:

- 1 silnik należy poddać próbom w celu ustalenia wartości emisji NO_x, [g/kWh], zgodnie z 6.2.1;
- 2 stopień redukcji emisji NO_x w systemie SCR można obliczyć za pomocą narzędzi do modelowania, z uwzględnieniem odniesienia do warunków geometrycznych systemu, modeli chemicznej konwersji NO_x, jak również innych istotnych parametrów wymagających uwzględnienia;
- 3 w przypadku każdego typu katalizatora komorę SCR, niekoniecznie w pełnej skali, należy poddać próbom zgodnie z 6.3 w celu wygenerowania danych dla modelu obliczeniowego zastosowanego w punkcie 6.1.2 niniejszych wytycznych;
- 4 emisję NO_x z układu silnika wyposażonego w system SCR należy obliczyć zgodnie z punktem 6.4 niniejszych wytycznych przy wykorzystaniu wartości emisji NO_x wg danych silnika i dla danego stopnia redukcji NO_x w komorze SCR. Następnie należy wypełnić *Kartotekę techniczną* silnika, a wartość emisji NO_x należy wpisać do *Załącznika do Świadectwa EIAPP*; oraz
- 5 wielkość emisji NO_x z silnika połączonego z systemem SCR należy zweryfikować przeprowadzając próbę zdawczo-odbiorczą zgodnie z procedurą określoną w 7.5.

Uwaga: Obliczanie emisji gazowej w 6.1.1 powinno być wykonane zgodnie z 5.2.1.

6.2 Procedury prób weryfikacyjnych silnika

6.2.1 Celem prób silnika jest ustalenie parametrów emisji do wykorzystania w podrozdziale 6.4 niniejszych wytycznych. Pomiary emisji powinny być zgodne z rozdziałem 5 *Kodeksu NO_x 2008*.

6.2.2 Zgodnie z wymaganiami punktu 5.9.8.1 z *Kodeksu NO_x* parametry pracy silnika należy mierzyć w każdym trybie pracy silnika zawsze dopiero po ustabilizowaniu pracy silnika w danym punkcie. Wymaganie to ma także zastosowanie do silnika wyposażonego w system SCR. Dodatkowo należy ustalić temperaturę spalin na danym wlocie do komory SCR i zapisać ją w sprawozdaniu z prób zgodnie z wymaganiami podrozdziału 5.10 *Kodeksu NO_x 2008*.

6.3 Procedury prób komór SCR

6.3.1 Postanowienia ogólne

Komora SCR zastosowana do prób walidacyjnych może być wykonana w pełnej skali (1:1) albo w zmniejszonej skali. Podczas próby komory SCR należy wykazać spodziewane zmniejszenie stężenia NO_x [ppm] w spalinach, mierzone wg 6.2. Stopień redukcji NO_x w komorze SCR powinien być określony dla każdego punktu w poszczególnym trybie pracy silnika. W przypadku próby przeprowadzanej na skalowanej wersji komory SCR, proces skalowania powinien zostać zatwierdzony w PRS.

Proces skalowania powinien być zgodny z narzędziami modelowania wymienionymi w 6.1.1.2 tych Wytycznych oraz uwzględniać geometryczne warunki odniesienia, a także chemiczne sposoby konwersji NO_x i inne parametry mające wpływ na szybkość konwersji dla danego narzędzia modelowania. W przypadku gdy proces skalowania nie może być potwierdzony w sposób zadowalający poprzez analizę teoretyczną lub obliczenia uwzględniające kompleksowe warunki w komorze SCR, takie jak jednolitość prędkości gazu, środek redukujący, należy przeprowadzić badanie walidacyjne układu silnik – komora SCR, zgodnie z metodą A.

Narzędzie modelowania wymienione w 6.1.1.2 tych Wytycznych można zastosować do innych grup silników, które pracują w tym samym zakresie określonych warunków brzegowych.

6.3.2 Warunki przeprowadzania prób dla każdego punktu w poszczególnym trybie pracy silnika

Gazy spalinowe, katalizator, środek redukujący NO_x i jego układ wtryskowy powinny spełniać następujące warunki w każdym punkcie poszczególnego trybu pracy silnika:

.1 Przepływ gazów spalinowych

Natężenie przepływu gazów spalinowych w czasie próby powinno być odpowiednio dobrane (przeliczone) do skali modelu katalizatora.

.2 Skład gazów spalinowych

Gazy spalinowe zastosowane do prób powinny być gazami spalinowymi z silnika wysokoprężnego albo gazami odpowiednio zasymulowanymi.

W przypadku gdy stosowany jest gaz spalinowy z silnika wysokoprężnego, to powinien on pod względem stężeń odpowiadać gazowi spalinowemu w zakresie NO_x, O₂, CO₂, H₂O i SO₂ (± 5% wymaganej koncentracji dla każdego składnika gazu), zgodnie z 6.2.

W przypadku gdy stosowany jest symulowany gaz, to powinien on pod względem stężeń odpowiadać gazowi spalinowemu w zakresie NO, NO₂, O₂, CO₂, H₂O i SO₂ (± 5% wymaganego stężenia dla każdego składnika gazu) i być skompensowany przez N₂, zgodnie z 6.2.

Dopuszczalne są odstępstwa w odniesieniu do wymagań dotyczących stężeń wyżej wymienionych gatunków gazu, po wykazaniu że wpływ danego gazu na stopień redukcji NO_x nie przekracza 2%.

.3 Temperatura gazów spalinowych

Temperatura gazów spalinowych zastosowanych do prób powinna odpowiadać temperaturze spalin zmierzonej podczas prób wg 6.2, zapewniając, że komora SCR będzie aktywowana w każdym punkcie obciążenia silnika, innym niż przewidziano w 3.1.4 *Kodeksu NO_x 2008*, oraz że nie powstanie związek wodorosiarczanu amoniaku ani nie nastąpi rozpad środka redukującego NO_x.

.4 Bloki katalityczne i wartość parametrów gazów spalinowych: AV, SV

Bloki katalityczne zastosowane do prób powinny być reprezentatywne dla bloków katalitycznych, które będą stosowane w komorze SCR podczas eksploatacji. Wartość parametru AV, SV lub LV powinna, w przypadku prób w pełnej skali, zawierać się w przedziale 5% lub powyżej wymaganej wartości, jaką uzyskano podczas prób zgodnie z 6.2.

W przypadku prób z zastosowaniem komory SCR wykonanej w zmniejszonej skali, wartość parametru AV, SV lub LV powinna odpowiadać powyższym wymaganiom.

.5 Środek redukujący NO_x

Stężenie środka redukującego NO_x na powierzchni badanego katalizatora powinno być reprezentatywne dla stężenia środka redukującego na powierzchni katalizatora podczas rzeczywistej pracy silnika. Jako środek redukujący w badaniu komory SCR może być zastosowany amoniak, jeśli powoduje to równoważne stężenie na powierzchni katalizatora.

6.3.3 Stabilność pomiaru

Wszystkie pomiary powinny być rejestrowane po stabilizacji mierzonego parametru.

6.3.4 Wykaz danych uzyskanych z badań modelowych

- .1 Dane eksploatacyjne, które należy podać w *Kartotece technicznej* silnika, powinny być uzyskane z badań modelowych lub uzyskane w inny wiarygodny sposób.
- .2 Analizatory gazów spalinowych powinny spełniać wymagania *Załącznika III* i *Załącznika IV* do *Kodeksu NO_x 2008* lub uzyskać akceptację PRS.

6.3.5 Sprawozdanie z prób komory SCR

Dane uzyskane zgodnie z 6.3.1 niniejszych wytycznych należy zapisać w sprawozdaniu z prób zgodnie z wymaganiami podrozdziału 5.10 *Kodeksu technicznego NO_x 2008* oraz 5.3 niniejszej Publikacji.

6.4 Obliczenia gęstości emisji gazowej

6.4.1 Wartość emisji NO_x (gas_x) w układzie silnika wyposażonego w system SCR należy obliczyć według wzoru:

$$gas_x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} ((100 - \eta_i) / 100) \cdot q_{mgas_i} \cdot W_{Fi}}{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i \cdot W_{Fi})} \quad (6.4.1-1)$$

gdzie:

η_i – stopień redukcji NO_x ustalony zgodnie z 6.3, [%];

q_{mgas_i} – masowy przepływ gazu NO_x zmierzony zgodnie z 6.2;

W_{Fi} – współczynnik wagowy;

P_i – moc zmierzona w pojedynczym punkcie dla poszczególnego trybu pracy silnika zgodnie z 6.2, [kW].

Współczynniki wagowe i liczba trybów pracy (n), zastosowane w powyższych obliczeniach, powinny być zgodne z wymaganiami podrozdziału 3.2 *Kodeksu NO_x 2008*.

6.4.2 Wartość emisji NO_x [g/kWh] obliczona zgodnie z 6.4.1 powinna być porównana z obowiązującym limitem emisji. Wartość tej emisji należy wpisać w pozycji 1.9.6 *Załącznika do Świadczenia EIAPP (Załącznik I do Kodeksu NO_x)*.

6.5 Sprawozdanie z prób

Sprawozdanie z prób wymienione w 6.2.2 i 6.3.5, wraz z danymi wymienionymi w 6.4, zebrane w jednym dokumencie należy przedłożyć PRS do zatwierdzenia.

7 PRÓBY ZDAWCZO-ODBIORCZE NA STATKU DLA METODY B

7.1 Po zainstalowaniu na statku układu silnika wyposażonego w system SCR i przed rozpoczęciem użytkowania (eksploatacji) należy przeprowadzić próby zdawczo-odbiorcze potwierdzające poprawność działania układu silnika z systemem SCR (spełnienie limitów emisji NO_x).

7.2 Układ silnika wyposażony w system SCR powinien zostać zweryfikowany na zgodność z opisem podanym w *Kartotece technicznej* silnika.

7.3 Próby zdawczo-odbiorcze powinny być przeprowadzone, na ile jest to praktyczne możliwe, dla następujących obciążeń silnika: 25%, 50% i 75% mocy znamionowej, niezależnie od cyklu prób.

7.4 W każdym punkcie danego cyklu próby zdawczo-odbiorczej należy sprawdzić parametry pracy podane w *Kartotece technicznej* silnika.

7.5 Stężenie emisji NO_x powinno być zmierzone zarówno na wlocie jak i wylocie z komory SCR. Należy obliczyć stopień redukcji NO_x. Obie wartości powinny być zmierzone w jednakowych warunkach: na mokro lub na sucho. Uzyskana wartość stopnia redukcji NO_x powinna być porównana z wymaganą wartością określoną w czasie wstępnych prób silnika, podaną w *Kartotece technicznej* silnika, dla każdego punktu danego trybu pracy silnika. Wartość skuteczności redukcji NO_x, uzyskana w czasie prób w każdym z punktów pomiarowych, nie powinna być mniejsza od odpowiedniej wartości podanej w *Kartotece technicznej* o więcej niż 5%.

7.6 Analizator NO_x powinien spełniać wymagania określone w rozdziale 5 *Kodeksu NO_x 2008*.

7.7 W przypadku gdy układ silnika wyposażony w system SCR znajduje się w grupie silników, określonej w rozdziale 4 niniejszej *Publikacji*, to próbę zdawczo-odbiorczą należy przeprowadzić wyłącznie dla układu silnika macierzystego danej grupy.

Jeśli pierwszym układem silnika, który kończy próby zdawczo-odbiorcze wymagane w rozdziale 7 tej *Publikacji*, nie jest układ silnika macierzystego grupy silników, próby te należy wykonać dla wszystkich zainstalowanych układów silników tej grupy, chyba że jest to silnik grupy o identycznej charakterystyce NO_x lub że układ silnika macierzystego został pomyślnie zainstalowany i zbadany. Jeśli macierzystego układu silnika nie można zainstalować na statku, zamiast niego można wybrać do prób zdawczo-odbiorczych na statku pierwszy zainstalowany silnik danej grupy i wyregulować go do najmniej korzystnego przypadku emisji NO_x. Wyniki badań należy poddać weryfikacji, tak jak to opisano w *Kartotece technicznej*.

Wykaz zmian obowiązujących od 1 stycznia 2024 roku

<i>Pozycja</i>	<i>Tytuł/Temat</i>	<i>Źródło</i>
Załącznik	Wymagania przeniesiono do Części VI Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich	-